

**Medición y comparación de costos de
campos nivelados y no nivelados en Ingenio
Barahona, República Dominicana.**

Pablo Antonio Longo Mejía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO
Carrera de administración de agronegocios

**Medición y comparación de costos de
campos nivelados y no nivelados en Ingenio
Barahona, República Dominicana.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título
de Ingeniero en Administración de Agronegocios con el grado
Académico de Licenciatura.

Pablo Antonio Longo Mejía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reserva el derecho de autor.

Pablo Antonio Longo Mejía

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Medición y comparación de costos de campos
nivelados y no nivelados en Ingenio Barahona,
República Dominicana.**

Presentado por:

Pablo Antonio Longo Mejía

Aprobado:

Daniel Kaegi, M.B.A.
Asesor Principal

Ernesto Gallo, M. Sc.
Director
Carrera de Administración de
Agronegocios

Marcos Antonio Vega Solano, M.G.A.
Asesor

Raúl Espinal, Ph. D.
Decano Académico

Guillermo Berlioz, B. Sc.
Coordinador de Tesis

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis padres.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mis padres, y mis amigos.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mi padre y madre por su apoyo moral y económico durante todos mis estudios.

RESUMEN

Longo, Pablo. 2007. Medición y comparación de costos en campos nivelados y no nivelados en Ingenio Barahona, República Dominicana. Proyecto especial de programa de Ingeniero en Administración de Agronegocios, Zamorano, Honduras. 53 p.

El Ingenio Barahona es una empresa que se dedica al cultivo y procesamiento de caña de azúcar, se sitúa en el municipio de Barahona, República Dominicana. El estado de los campos del cultivo de la finca no son los adecuados para las prácticas de cosecha mecanizada lo que ha creado la necesidad de implementar tecnología de nivelación láser en los terrenos. Los objetivos del estudio fueron medir y evaluar las diferencia de costos a los que se incurren en un campo nivelado versus un campo convencional, en las áreas de renovación de campo, riego y cosecha mecanizada. La nivelación láser de un campo de 15 ha es de US \$ 493,54 más costosa que la nivelación convencional, el ahorro en riego es de US \$ 169,89 por turno, y el costo de la tonelada de caña cosechada se ve disminuido en US \$ 1,18. Los análisis financieros realizados demostraron que la nivelación láser es una solución económicamente viable al problema del mal estado de los campos en el Ingenio Barahona, dada una TIR de 24% con un VAN de US \$ 188.081,31, un PRI de 5.27 años.

Palabras clave: Tecnología láser, costo de labores agrícolas, análisis marginal, cosecha mecanizada, caña.

Daniel Kaegi, M.B.A.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	v
	Agradecimientos.....	vi
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
	Resumen.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de anexos.....	xi
1.	INTRODUCCIÓN.....	xii
1.1	ANTECEDENTES.....	xii
1.2	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	xiii
1.3	LÍMITES DEL ESTUDIO.....	xiii
1.4	OBJETIVOS.....	xiii
1.4.1	Objetivo general.....	xiii
1.4.2	Objetivos específicos.....	xiii
2.	TERMINOLOGÍA.....	xiv
2.1	NIVELACIÓN DE UN TERRENO.....	xiv
2.1.1	Nivelación de alta precisión (Nivelación Láser).....	xiv
2.2	RENOVACIÓN CONVENCIONAL.....	xiv
2.2.1	Primer rastreado.....	xv
2.2.2	Subsolado.....	xv
2.2.3	Segundo rastreado.....	xv
2.2.4	Surcado y adecuación para riego.....	xv
2.3	RIEGO.....	xvi
2.3.1	Riego por gravedad.....	xvi
2.3.2	Aforo.....	xvi
2.4	COSECHA MECANIZADA.....	xvi
2.5	TAQUIMETRÍA.....	xvi
2.6.1	Análisis marginal.....	xvii
2.6.2	Valor actual neto (VAN).....	xvii
2.6.3	Tasa interna de retorno (TIR).....	xvii
2.6.4	Periodo de recuperación (PRI).....	xvii
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	xviii
3.1	DATOS TÉCNICOS.....	xviii
3.1.1	Diseño y renovación de campos.....	xviii
3.1.2	Riego.....	xx
3.1.3	Cosecha mecanizada.....	xx
3.1.4	Medición de combustible.....	xxi

3.2	DATOS FINANCIEROS	xxi
3.2.1	Costo de maquinaria	xxi
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	xxiii
4.1	DISEÑO Y RENOVACIÓN DE CAMPOS	xxiii
4.1.1	Primer y segundo rastrado	xxiii
4.1.2	Subsolado	xxiii
4.1.3	Surcado	xxiii
4.1.4	Adecuación para riego	xxiii
4.1.5	Combustible.....	xxiv
4.2	RIEGO	xxiv
4.3	COSECHA MECANIZADA.....	xxiv
4.3.1	Medición de tiempos de cosecha.....	xxiv
4.3.2	Combustible.....	xxv
4.4	COSTO DE DISEÑO Y RENOVACIÓN DE CAMPOS	xxv
4.4.1	Maquinaria.....	xxv
4.4.2	Labores	xxv
4.4.3	Costo de renovación de un campo.....	xxvi
4.4.4	Nivelación de alta precisión (nivelación Láser)	xxvi
4.6	COSTO DE COSECHA	xxvii
4.6.1	Maquinaria.....	xxvii
4.6.2	Labores de cosecha.....	xxvii
4.7	ANÁLISIS FINANCIERO	27
5.	CONCLUSIONES	xxix
6.	RECOMENDACIONES	xxx
7.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	xxxii
8.	ANEXOS	xxxii

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Descripción de tiempos y pesado de cosecha.....	xxxiii
2. Rendimientos de labores del departamento de diseño y renovación de campos.	xxxiv
3. Rendimiento de combustible de diseño y renovación de campos.....	xxxvi
4. Resultados y comparación de pruebas de riego.....	xxxvii
5. Curva de producción del cultivo de caña en Ingenio Barahona.	38
6. Rendimientos y comparación de rendimientos cosecha por cada tipo de campo.	39
7. Costo de maquinaria de diseño y renovación de campos.	42
8. Costo de labores de diseño y renovación de campos.	43
9. Costo de nivelación Láser.	45
10. Resultados y comparación de costo en riego.....	46
11. Costo por maquina y frente de cosecha.....	47
12. Costo de combustible por maquina de cosecha.....	48
13. Resultados y comparación de costos de cosecha mecanizada.....	49
14. Formato de registro de Rendimiento de labor.	50
15. Formato de registro de riego.....	51
16. Comportamiento de costos en campos nivelados y no nivelados.....	52
17. Flujo de caja marginal a 8 años, entre los costos de un campo nivelado contra los de un campo no nivelado.....	53

1. INTRODUCCIÓN

El Ingenio Barahona es una empresa situada en el municipio de Barahona, República Dominicana. Consta de 8.645 hectáreas para el cultivo de la caña y procesa un promedio diario de 4.000 toneladas de caña cortada. Es relativamente nuevo con tan sólo 4 años de haber pasado a la administración de los actuales dueños. Todavía enfrenta muchas dificultades, adaptando nuevos sistemas de producción de caña de azúcar. En el pasado el ingenio estaba en manos del Estado, quien se encargaba de todas las labores tanto de campo como del procesamiento de la caña. El tipo de cosecha que se empleaba era en su totalidad manual, la cual requiere un campo con una adecuación de las pendientes leve, sólo lo necesario para favorecer el riego. En la actualidad sólo un 15 % de toda la caña cosechada se hace manualmente, debido al encarecimiento de la mano de obra local y el bajo rendimiento de ésta, forzando a realizar cosechas mecanizadas sobre los antiguos campos. Debido a la antigua forma de cosecha la mayoría de los campos no tienen un estado idóneo para la cosecha mecanizada, esto causa que la maquinaria trabaje lentamente y sufra desperfectos con más frecuencia lo cual aumenta los costos por tonelada cosechada significativamente.

En los últimos años se ha practicado la nivelación láser en los campos, mostrando ser una solución efectiva, pero a un costo más alto que el de renovar. Actualmente la empresa enfrenta el dilema de nivelar 3.200 hectáreas de toda la finca o de realizar una adecuación mínima ya que los costos de nivelación son muy altos. En la actualidad no existen datos de los costos de cosecha por tonelada, tampoco datos de rendimiento de maquinaria y riego en los campos nivelados, lo cual dificulta la toma de decisiones.

1.1 ANTECEDENTES

En años anteriores se tomó la decisión únicamente de renovar los lotes, dejándolos en un estado mínimo para la cosecha mecanizada (campos convencionales), esto significa que los lotes solamente son emparejados con la labor de subsuelo sin corregir las pendientes del mismo. Los lotes que han sido renovados tienen tres clasificaciones:

Campo Tipo A: Excelentes condiciones para cosecha mecanizada.

Campo Tipo B: Mínimas condiciones para cosecha mecanizada.

Campo Tipo C: No apto para cosecha mecanizada.

En la actualidad no se cuenta con datos históricos confiables para poder cuantificar los costos, debido a que al ser una empresa nueva no se ha dado prioridad alguna a la toma de estos datos. Los costos que se han utilizado para los campos convencionales son los mismos que se utilizan para los nivelados. En el pasado no se ha hecho nada para estimar la diferencia de costos que se incurren en un campo nivelado versus un convencional.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Con este estudio se podrán diferenciar los costos reales de cosechar y regar en un campo nivelado frente a un convencional. El resultado positivo de este estudio podrá justificar el proyecto de nivelación, que consiste en la nivelación de 3,200 hectáreas.

1.3 LÍMITES DEL ESTUDIO

Este estudio es sólo válido para el Ingenio Barahona ya que las variables agrícolas y climáticas varían demasiado entre región, por lo tanto, los resultados del proyecto no se podrán utilizar para ninguna otra área.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Demostrar que la inversión de nivelar los campos se puede recuperar en 5 años tomando en cuenta sólo el ahorro de los costos de cosecha y riego, contra los costos de un campo convencional.

1.4.2 Objetivos específicos

Calcular los costos de nivelación de campo.

Calcular los costos de renovación de terreno (campo convencional)

- Éstos incluyen:
 - Medición de área de cultivo.
 - Primer rastrado.
 - Subsulado.
 - Segundo rastrado.
 - Surcado.
 - Levantamiento de camas.
 - Taquimetría del campo.
 - Nivelación Láser

Calcular los costos reales de las labores de cosecha en campos nivelados y no nivelados en las siguientes áreas.

- Corte de caña
- Transporte de caña dentro del campo
- Calcular la cantidad real de agua regada por campo, en nivelados y no nivelados.

Elaborar un estudio económico para observar la viabilidad financiera del proyecto de nivelación contra el de renovación.

2. TERMINOLOGÍA

2.1 NIVELACIÓN DE UN TERRENO

La nivelación de tierra consiste en modificar el micro relieve natural o modificado, uniformizándolo o alisándolo, manteniendo la pendiente o cambiándola, con objeto de poder mejorar y facilitar el establecimiento del cultivo bajo riego así como su manejo agronómico y su desarrollo posterior. Esta práctica está asociada a facilitar el manejo del agua en métodos de riego superficial o por gravedad, facilitar el drenaje del campo y facilitar la cosecha mecanizada en el cultivo de caña.

2.1.1 Nivelación de alta precisión (Nivelación Láser)

Esta labor se puede realizar con los equipos o maquinarias utilizadas en la macro nivelación (nivelación convencional); esta tecnología se diferencia de la convencional porque la precisión de los cortes y rellenos se ubica por debajo de 1 cm., esto se logra al incorporar equipos especializados de nivelación (palas alisadoras, palas traíllas o moto niveladora) con la incorporación del uso de la combinación de tecnología láser y de la computación, lo cual se conoce como controladores automáticos de profundidad de trabajos de precisión. Esta práctica es considerablemente más costosa que una renovación convencional de terreno debido a las labores que en esta se realizan.

2.2 RENOVACIÓN CONVENCIONAL

La correcta preparación de suelos debe satisfacer al menos los siguientes objetivos:

- Destruir e incorporar en el suelo las malezas y los residuos de cosechas anteriores.
- Romper y descompactar el suelo para facilitar la penetración del agua y de las raíces.
- Mejorar la estructura del suelo.
- Destruir los terrones grandes que pueden afectar las labores posteriores en los cultivos.
- Mejorar y facilitar la distribución del agua de riego.
- Drenar los excedentes de agua de lluvia o de riego.
- Proveer un adecuado lecho donde los esquejes puedan ser tapados uniformemente y donde puedan disponer de adecuadas condiciones de humedad y aireación.

2.2.1 Primer rastreado

Es una operación de labranza que persigue romper y descompactar el suelo, a la vez que destruye e incorpora las malezas y los residuos de cosechas anteriores; con esta operación se incrementa la porosidad y el movimiento del agua a través del perfil, lo que representa una importante labor de saneamiento, por el descenso del grado de saturación y el incremento de aireación. El saneamiento a su vez, determina un mayor desarrollo radicular y producción del cultivo mediante un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes del suelo por las plantas.

2.2.2 Subsulado

Es una labor de labranza cuyo objetivo es romper estratos o capas compactas del suelo situadas por el rastrado. Es una operación difícil por requerir una gran fuerza de tracción, pero si realmente existen esos estratos duros que restringen la penetración profunda del agua y de las raíces del cultivo es una operación plenamente justificada. Esta labor es innecesaria en suelos donde se infiltran láminas superiores a los 80 mm por riego, o donde se moja el suelo a unos 80 cm o más.

2.2.3 Segundo rastreado

El objetivo de esta labor es romper los terrones grandes que deja el subsulado y que obstaculizan las posteriores labores de labranza, siembra y cultivo. Lo más recomendable es labrar lo menos posible después del subsulado, sólo lo suficiente para asentar y tapar adecuadamente los esquejes en la siembra, y no interferir el efecto de los herbicidas.

2.2.4 Surcado y adecuación para riego

Es la última labor de la preparación del suelo para la siembra. El trazado de los surcos y el diseño de las unidades operativas o tablones de la finca se hace en función del riego, del drenaje y de la mecanización del cultivo, especialmente durante la cosecha. Hay que realzar el trazado de surcos rectos y largos para un trabajo eficiente de los equipos de cosecha mecanizada.

Se trazan rasantes con pendientes entre 0,2 y 0,3 % para las separaciones entre canales, con esta pendiente uniforme en canales de riego y drenajes se logra una perfecta distribución del agua de riego en los canchales, mejorando el rendimiento del riego y aumentando el volumen de agua manejada y el área cubierta por cada regador, a la vez que se garantiza la eliminación de los excedentes de agua de riego o de lluvia. Los aspectos más importantes a considerar en el trazado del surco son:

- Pendiente del surco: 0,3 a 1 %.
- Distancia entre surcos: 1,5 m en hileras sencillas y 1,05 x 0,60 m en hileras dobles.
- Profundidad: 10 a 15 cm (la necesaria para conducir sin desbordarse el agua de riego)

2.3 RIEGO

La caña de azúcar es un cultivo que permanece en el campo durante los 12 meses del año, por consiguiente, requiere la aplicación complementaria de agua al menos durante el período seco. La demanda de agua del cultivo varía según su edad, su estado y fase del ciclo de desarrollo.

2.3.1 Riego por gravedad

En el riego por surcos el agua se mueve por gravitación, es decir, el agua se desliza siguiendo la pendiente y no requiere de energía extra para darle movimiento. La calidad del riego depende en un principio de la sistematización del terreno y por eso es muy importante realizar un buen relevamiento planialtimétrico del lote a regar y un correcto diseño de los surcos.

Para lograr un riego eficiente se deben considerar, el caudal de entrada en la cabecera del surco y el tiempo de riego necesario para que la cantidad de agua deseada llegue al final del surco, se utiliza la ayuda de una motobomba para lograr que el agua llegue a la cabecera del surco con el caudal necesario para un eficiente riego.

2.3.2 Aforo

El aforo es la operación de medición del caudal en una sección de un curso de agua. En los ríos se mide en forma indirecta, teniendo en cuenta que:

$$Q \text{ [m}^3\text{/seg]} = V \text{ [m/seg]} \times A \text{ [m}^2\text{]}$$

CAUDAL = VELOCIDAD x AREA

2.4 COSECHA MECANIZADA

Debido al encarecimiento de la mano de obra para el corte manual de caña, la creciente presión ambiental y social por parte de departamentos ambientalistas, ha obligado a los ingenios azucareros en Latinoamérica a implementar sistemas de cosecha mecanizada, de su ejecución depende el aprovechamiento o el desperdicio del azúcar producido durante todo un ciclo del cultivo. La cosecha mecanizada comprende el corte y el acarreo de la caña desde el campo hasta el patio central o fábrica.

La efectividad de esta labor depende de las condiciones edáficas del campo. Un suelo con surcos rectos, pendientes similares y sin obstáculos (canales de riego o drenajes) evita que la maquinaria realice movimientos innecesarios que causan pérdidas.

2.5 TAQUIMETRÍA

La taquimetría es una técnica fundamental en el trabajo de ingeniería agrícola y ha sido la base en la elaboración de planos de configuración del terreno, mediante curvas de nivel, con estas se puede lograr una obra de control de escurrimientos, drenaje de excesos hídricos o planificación de la sistematización para el riego superficial o a presión.

2.6 ANÁLISIS FINANCIERO

El análisis financiero es una técnica de evaluación del comportamiento operativo de una empresa, diagnóstico de la situación actual y predicción de eventos futuros, por lo que se orienta a la obtención de objetivos previamente definidos.

2.6.1 Análisis marginal

El análisis marginal usado dentro de este contexto, es un procedimiento para calcular las tasas marginales de retorno entre tecnologías, que van de una tecnología de bajo costo a la siguiente tecnología de costo mayor, y comparando las tasas de retorno contra una tasa de retorno mínima aceptable (Perrin 1988).

2.6.2 Valor actual neto (VAN).

Diferencia entre el valor actual de los flujos de fondos que suministrará una inversión, y el desembolso inicial necesario para llevarla a cabo. Se recomienda efectuar la inversión si el VAN es positivo.

2.6.3 Tasa interna de retorno (TIR).

Tasa interna de rentabilidad): Tasa que iguala la inversión inicial al valor presente de los flujos futuros provenientes de dicha inversión. Es la tasa que hace que el VAN sea cero.

2.6.4 Periodo de recuperación (PRI).

Determina el número de períodos necesarios a fin de recuperar la inversión inicial, tomando como base los flujos netos de efectivo (FNE) en valor presente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para efecto de este estudio se decidió comparar el rendimiento y costos entre campos convencionales y nivelados en tres diferentes actividades:

- Diseño y renovación de campos
- Riego
- Cosecha mecanizada

Los datos que se tomaron para la respectiva evaluación de estas actividades, principalmente se dividieron en dos que se describen a continuación:

Datos técnicos

Incluyen todas las actividades de carácter técnico que se utilizaron para realizar las pruebas a nivel de campo.

Datos financieros

Dentro de estos se consideraron los implícitos en las actividades técnicas para determinar los costos de las actividades relacionadas con el proyecto.

3.1 DATOS TÉCNICOS

3.1.1 Diseño y renovación de campos

Se realizaron diferentes pruebas para poder calcular El rendimiento real de cada labor.

Las pruebas de campo se realizaron en los lotes que estaban en proceso de renovación, tomando los tiempos que tarda cada labor en realizarse y los insumos que requiere. Para esto se elaboraron formatos de rendimientos de maquinaria (anexo 14), los cuales debían ser llenados por los empleados al empezar y terminar una labor. Se midió El rendimiento de las siguientes labores:

3.1.1.1 Primer rastrado.

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Tractor John Deer. A07002, A0911, A1001
- Operador de Tractor.
- Rastra de 8 discos con 12 pulgadas de diámetro por disco.
- Hoja de registro

Las pruebas consistieron en la toma del tiempo y área trabajada, para obtener un rendimiento de hectáreas por hora. Los campos que se tomaron fueron los que habían terminado su ciclo natural de cultivo. Debido al pobre grado académico de las personas encargadas de realizar la labor, se impartió un curso de capacitación para el correcto llenado de las hojas de datos.

3.1.1.2 Subsulado.

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Tractor John Deere. A18001, A18002
- Operador de Tractor.
- Subsolador Metálico de 40 cm.
- Hoja de registro

La toma de los datos fue similar a la de la labor de rastreo, los tractores utilizados en esta práctica son diferentes que los utilizados en las demás labores, debido a la naturaleza de esta práctica.

3.1.1.3 Segundo rastrado.

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Tractor John Deer. A07002, A0911, A0912, A0913, A1001
- Operador de Tractor.
- Rastra de 8 discos con 12 pulgadas de diámetro por disco.
- Hoja de registro

Se utilizó la misma metodología que en los anteriores.

3.1.1.4 Surcado.

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Tractor John Deer A10002, A10008
- Operador de Tractor.
- Surqueador de 20 cm.
- Hoja de registro

Se utilizó la misma metodología que en los anteriores.

3.1.1.5 Adecuación para riego

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Tractor John Deer A10002 y A10008
- Retroexcavadora D50060 y D50070
- Motoniveladora D03001 y D03003
- Operador de tractor, retroexcavadora y motoniveladora

- Surqueador de 20 cm
- Cubo de limpieza
- Hoja de registro

Todas las pruebas de esta labor se realizaron con el mismo formato y la misma metodología que las anteriores, con la diferencia que esta labor involucra más maquinaria y personal. Debido a la complejidad de esta labor fue necesario tomar los datos personalmente.

3.1.1.6 Taquimetría y medición de área de cultivo

Para esta parte no se realizó ninguna prueba, ya que el departamento de topografía brindo toda la información necesaria.

3.1.2 Riego

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Aforador portátil
- Cinta métrica
- Regla
- Hoja de registro

Lo que se busca es medir la cantidad de agua que ingresa en cada campo, para esto se tomaron varios aforos en el canal principal de riego de cada uno. Para la toma de todos los datos se crearon hojas de registro (anexo 15), las cuales registran toda la información necesaria para el estudio.

Los campos evaluados fueron seleccionados por su parentesco topográfico y sus similitudes en la canal principal de agua.

3.1.3 Cosecha mecanizada

Debido a que ya existe un programa de cosecha no se pudo utilizar ningún método estadístico para la selección de los campos. Se seleccionaron campos con un tonelaje por hectárea igual o parecido.

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Cosechadoras de caña
- Tractores
- Autovolteos
- Operadores de tractor y cosechadora
- GPS portátil (posicionador global)
- Cronómetro
- Cinta métrica
- Hoja de registro

Se midió el rendimiento de la maquinaria de cosecha en cada tipo de campo, realizándose pruebas en campos nivelados y en no nivelados. Las pruebas consistieron en la toma del tiempo de cosecha, el área cosechada y la cantidad de caña cortada, para el registro de estos datos se crearon formatos de cosecha (anexo 16).

El tiempo de cosecha se dividió en 3 fases: corte de caña, movimiento de maquinaria al final del campo y espera de autovolteo. El anexo 1 detalla la descripción de cada tiempo y el pesado de la caña.

3.1.4 Medición de combustible

Para esta labor se utilizaron los siguientes materiales:

- Hoja de registro
- Recipiente con medidas de volumen

Cada una de las labores mencionadas anteriormente consume una cantidad diferente de combustible, se midió el consumo de cada labor. Cada labor se realizó con la misma maquinaria e implemento para poder obtener un resultado real.

La prueba consistió en llenar el tanque de combustible al momento de dar inicio a la labor, una vez comenzada se midió el tiempo que tomó realizar el trabajo, al final se volvió a llenar el tanque y se obtuvo el gasto real de combustible por labor.

3.2 DATOS FINANCIEROS

3.2.1 Costo de maquinaria

Para esto se utilizaron los siguientes materiales:

- Presupuesto taller B6 2006-07
- Presupuesto taller Santa Cruz 2006-07
- Sueldos generales de campos

El costo de la maquinaria por hora se obtuvo utilizando los presupuestos de reparación de maquinaria para zafra 2006, y el presupuesto de mantenimiento durante la zafra 2007. En el presupuesto de reparación se encuentra la cantidad que se gastó en la reparación de la maquinaria para iniciar la zafra 2007. El presupuesto de mantenimiento incluye todos los gastos esperados para mantenimiento durante el paso de la zafra 2007.

3.2.2 Análisis financiero

Se realizó un análisis marginal de la siguiente manera:

En el campo nivelado se tomó como inversión inicial el costo de la nivelación láser y para los lotes restaurados la inversión inicial fue la renovación tradicional. Los costos de riego y cosecha fueron los únicos evaluados, ya que en el caso de mantenimiento

de cultivo (desde la siembra hasta la aplicación del madurante), se asumirán como constantes para ambos tipos de campo.
Se usarán los indicadores financieros VAN, TIR y PRI para determinar la viabilidad de la inversión.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DISEÑO Y RENOVACIÓN DE CAMPOS

Los datos obtenidos en todas las pruebas de campo en el departamento de diseño y renovación de campos se encuentran detallados en el anexo 2.

Los resultados de las pruebas de campo se detallan a continuación:

4.1.1 Primer y segundo rastrado

Se tomó la decisión de unir los resultados de rendimiento en el primer y segundo rastrado, puesto que el primer y segundo rastrado son considerados idénticos. Se realizaron 53 pruebas en 32 campos diferentes. El rendimiento promedio de rastrado fue de 0,74 hectáreas por hora.

4.1.2 Subsolado

Se realizaron 56 pruebas en 22 campos diferentes. El rendimiento promedio de subsolado fue de 0,73 hectáreas por hora.

4.1.3 Surcado

Se realizaron 26 pruebas en 26 campos diferentes. El rendimiento promedio de surcado fue de 0,91 hectáreas por hora.

4.1.4 Adecuación para riego

Esta actividad es conformada por varias labores, se decidió ponerlas todas juntas como una sola actividad, en la cual se realizaron las siguientes pruebas:

4.1.4.1 Extensión de tierra

Se realizaron 35 pruebas en 34 campos. El rendimiento promedio de extensión de tierra es de 3,57 hectáreas por hora. Para estas pruebas se tomaron los campos en los que la cantidad de tierra movida en las anteriores actividades era igual o parecida.

4.1.4.2 Limpieza de canales

Se realizaron 53 pruebas en 43 campos. El rendimiento promedio de limpieza de canales fue de 0,93 hectáreas por hora.

4.1.4.3 Mantenimiento de drenajes

Se realizaron 17 pruebas en 13 campos. El rendimiento promedio de mantenimiento de canales fue de 0,73 hectáreas por hora.

4.1.4.4 Construcción de drenajes

Se realizaron 19 pruebas en 17 campos. El rendimiento promedio de construcción de drenajes fue de 0,31 hectáreas por hora. La construcción de drenajes sólo se aplica a los canales que fueron tapados cuando se adecuó el campo para la cosecha.

4.1.4.5 Zanjeo

Se realizaron 36 pruebas en 25 campos. El rendimiento promedio de zanjeo fue de 1,25 hectáreas por hora.

4.1.5 Combustible

Toda la maquinaria utilizada en estas prácticas consume combustible diesel. La cantidad utilizada varía según la maquinaria que se ocupe y la labor que se realice. Se llevaron a cabo 594 pruebas en 173 campos, los resultados se detallan en el anexo 3.

El consumo real de combustible durante la labor difiere con el presupuestado ya que este incluye el transporte de la maquinaria hacia el área de trabajo. El primero solo toma en cuenta lo utilizado durante la realización de la labor.

4.2 RIEGO

Se realizaron 147 pruebas en 7 campos nivelados y 14 campos no nivelados, el resumen de resultados se detallan en el anexo 4.

El agua utilizada en el riego de los campos nivelados fue de 22.679.832 litros en un tiempo de 5,30 días, en el caso de los no nivelados fue de 45.480.432,32 litros en 8,74 días respectivamente.

4.3 COSECHA MECANIZADA

4.3.1 Medición de tiempos de cosecha.

Cada prueba de campo consistió en la toma de los diferentes tiempos de cosecha durante una hora. Los datos obtenidos por cada tipo de campo se detallan en el anexo 6.

Los resultados de las pruebas de campo se detallan a continuación:

En el campo nivelado se realizaron 10 pruebas de cosecha, el tiempo de cosecha fue de 43:00 min., de vuelta 18:21 min. y de espera de autovolteo 3:21 min. El área de cosechada fue de 6.349,40 m². Se tomó como base los resultados de la cosecha del campo nivelado para comparar el rendimiento de los otros tipos de campo.

Se realizaron 8 pruebas para la categoría “A”, el tiempo de cosecha fue de 40:57 min., de vuelta 16:56 min. y de espera de autovolteo 2:42 min. Las diferencias en los rendimientos del campo tipo “A” no son significativas al ser comparado con el nivelado.

Se realizaron 8 pruebas para la categoría “B”, el tiempo de cosecha fue de 34:15 min., de vuelta 22:13 min. y de espera de autovolteo 3:46 min. En comparación con el campo nivelado la maquinaria se mantuvo en un 9,46 % más en tiempo de vuelta; el área cosechada es menor al campo nivelado en 2.277 m², lo que afecta la cantidad cosechada en 11,82 toneladas menos.

Se realizaron 5 pruebas para la categoría “C”, el tiempo de cosecha fue de 32:16 min., de vuelta 30:29 min. y de espera de autovolteo 1:17 min. El tiempo de vuelta fue 18,67 % mayor al de los nivelados y el área de cosecha es menor al nivelado en 4.120,40 m²; esto refleja una reducción de 28,38 toneladas de caña cortada.

Se realizó un promedio ponderado de los resultados de los 3 tipos de campos, ya que no se encuentran en igual proporción en la finca. La actual composición de la finca es 959 campos tipo “A”, 6.254 de tipo “B” y 1.661 de tipo “C”.

En el campo ponderado no nivelado el tiempo de cosecha fue 34:36 min., de vuelta 23:13 min. y de espera de autovolteo 2:35 min. El tiempo de vuelta aumenta en 10,24 % y corta 2.373,66 toneladas menos.

El rendimiento por tonelada no afecta los resultados, ya que la capacidad de corte de las cosechadoras es para campos menores a 120 Ton/ha.

4.3.2 Combustible

El combustible se obtuvo de la misma manera que el del departamento de diseño y renovación de campos (anexo 12).

4.4 COSTO DE DISEÑO Y RENOVACIÓN DE CAMPOS

4.4.1 Maquinaria

Se utilizaron los presupuestos de taller B6 2006-07 y el de taller Santa Cruz 2006-07 para determinar el costo de toda la maquinaria, y la base de sueldos generales de campos para adquirir el costo de los operadores. El anexo 7 muestra un resumen de los costos por hora de cada tipo de vehículo, estos costos incluyen el combustible gastado por cada labor específica.

4.4.2 Labores

El costo de cada labor incluye un promedio de El rendimiento y el precio de cada maquinaria o implemento utilizado. En el anexo 8 se encuentra detalladamente el costo de cada labor.

4.4.2.1 Primer rastrado

El costo por hectárea rastrada US \$ 26,00 y por un campo de 15 hectáreas es US \$ 389,97

4.4.2.2 Subsolado

El costo por hectárea subsolada es de US \$ 34,22 y por un campo de 15 hectáreas US \$ 513,37.

4.4.2.3 Segundo rastrado

El costo por hectárea rastrada es de US \$ 26,12 y por un campo de 15 hectáreas US \$ 391,17. El incentivo que se le paga al conductor es mayor al del primer rastreo, lo cual eleva los costos.

4.4.2.4 Surcado

El costo por hectárea surcada es de US \$ 16,94 y por un campo de 15 hectáreas US \$ 254,15.

4.4.2.5 Adecuación para riego

El costo de adecuar una hectárea para el riego es de US \$ 78,40 y por un campo de US \$ 1.175,96.

4.4.2.6 Taquimetría

El costo de implementar taquimetría en una hectárea es de US \$ 5,65 y por un campo de 15 hectáreas es de US \$ 84,75.

4.4.2.7 Medición de área de cultivo

El costo de medir el área de cultivo de una hectárea es de US \$ 3,77 y por un campo de 15 hectáreas US \$ 56,50. Los costos de taquimetría y medición del área de cultivo fueron dados por el departamento de topografía.

4.4.3 Costo de renovación de un campo

El costo de renovación de una hectárea es de US \$ 191,10 y de un campo de 15 hectáreas US \$ 2.866,46. Este fue el resultado de la suma de los costos de todas las labores de diseño y renovación campos.

4.4.4 Nivelación de alta precisión (nivelación Láser)

El costo de nivelación láser de una hectárea es de US \$ 684,84 y de un campo de 15 hectáreas US \$ 10.272,60. El detalle del costo de nivelación láser se encuentra en el anexo 10. Este precio fue brindado por la empresa debido a que no se pudieron tomar datos de campos (Anexo 9).

4.5 COSTO DE RIEGO

Los costos de riego se dividieron en tres áreas: Costos de motobomba, regador y agua. El costo de motobomba se refiere al precio de bombear el agua hacia el campo. Este se obtuvo realizando pruebas de campo y utilizando el presupuesto de taller B6 2006-07. En el anexo 10 se encuentra detalladamente el costo de esta labor.

El costo de riego de una hectárea no nivelada es de US \$ 26,57 y de un campo de 15 hectáreas es de US \$ 398,54.

El costo de riego de una hectárea nivelada es de US \$ 15,24 y de un campo de 15 hectáreas es de US \$ 228,65.

4.6 COSTO DE COSECHA

4.6.1 Maquinaria

El corte de caña se lleva a cabo por 2 equipos (frentes de cosecha) que constan de 3 cosechadores, 7 tractores y 6 autovoltos. En el anexo 11 se muestra el costo de cada vehículo y frente.

4.6.2 Labores de cosecha

El costo por hora de corte del frente II es de US \$279,27 y del frente III es de 282,96 US \$. El promedio de corte por hora de los frentes es de US \$ 282,96.

El costo de cosecha para cada tipo de campo se obtuvo multiplicando El rendimiento de corte por el precio de promedio de corte de caña. En el anexo 13 se muestra detalladamente esto.

Los resultados fueron:

El costo de cosecha de un nivelado fue de US \$ 2.228,64 y el costo por tonelada cosechada es de US \$ 1,98.

El costo de cosecha de campo tipo “A” fue de US \$ 2,214.82 y el costo por tonelada cosechada es de US \$1,97. La diferencia con el campo nivelado fue mínima.

El costo de cosecha de campo tipo “B” fue de US \$ 3,474.14 y el costo por tonelada cosechada fue de 3,09 US \$. La diferencia con el campo nivelado US \$ 1,11 más, por tonelada cosechada.

El costo de cosecha de campo tipo “C” fue de US \$ 6,375.84 y el costo por tonelada cosechada fue de US \$ 5,67. La diferencia con el campo nivelado fue de 3,69 US \$ más, por tonelada cosechada.

El costo de cosecha de campo ponderado no nivelado fue de US \$ 3.558,59 y el costo por tonelada cosechada fue de US \$ 3,16. La diferencia con el campo nivelado fue de US \$ 1,18 más, por tonelada cosechada.

4.7 ANÁLISIS FINANCIERO

Se realizó un flujo de caja marginal a 6 años, evaluando los costos de un campo nivelado versus los de un campo convencional (Anexo 17). El flujo de caja evalúa el comportamiento de los costos de: diseño y renovación de campo, riego y cosecha mecanizada, en 1.000 hectáreas niveladas y 1.000 no niveladas (Anexo 16).

En el flujo se analizaron los indicadores financieros VAN, TIR, y PRI, obteniéndose como resultados una TIR de 19% con un VAN de US \$ 188.081,31, y un PRI de 5.27 años.

Se tomó como inversión inicial el costo de nivelar 1.000 hectáreas debido a que es la capacidad de nivelación anual. Como ingresos incrementales se tomaron los ahorros entre los dos tipos de campo, en las áreas de: diseño y renovación de campos, cosecha y riego.

Los ingresos incrementales de diseño y renovación de campos fueron el costo de renovar 1.000 hectáreas.

Los ingresos incrementales de riego fueron el ahorro entre regar los campos no nivelados contra los nivelados. Se dieron 9 riegos anuales por hectárea.

Los ingresos incrementales de cosecha fueron el ahorro de cosechar los campos ponderados no nivelado contra los nivelados. La caña fue sembrada en el año 0 y comenzó producción en el año 1. La producción a través de los años no es constante debido a la curva de producción del cultivo. En el anexo 5 se muestra la curva de producción del cultivo de caña en Ingenio Barahona.

Se uso un 16% de tasa de descuento. Esta tasa es el porcentaje de rentabilidad que tiene la empresa. La tasa de descuento promedio del cultivo de la caña en Latinoamérica oscila entre el 12 y 18 por ciento.

5. CONCLUSIONES

- El costo de nivelación láser es US \$ 493,54 más cara que la renovación convencional, la principal causa se debe a la mayor cantidad de maquinaria utilizada durante esta práctica.
- Los campos nivelados presentaron un ahorro de 115.970,60 litros de agua y una reducción de 3,43 días en el tiempo de riego, debido a las prácticas de nivelación láser que facilitaron el flujo de agua a través del campo.
- El tiempo de cosecha en una hectárea nivelada se ve redujo en 1.06 horas y el rendimiento de área cortada aumenta en 2.373,66 m²/hr. El movimiento de la maquinaria en campo se agilizó debido a la uniformidad de los canales de riego y drenajes, y el buen estado de las orillas del campo.
- Nivelar una hectárea nos trae un ahorro de US \$ 101,93 anual en riego y de US \$ 94,34 en cosecha (en un campo con rendimiento de 80 ton/ha).
- Los análisis financieros demostraron que la nivelación láser es una solución económicamente viable al problema del mal estado de los campos en el Ingenio Barahona., dada una TIR de 24% con un VAN de US \$ 188.081,31y un PRI de 5.27 años.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de las ventajas de la tecnología de nivelación láser a nivel de mantenimiento de cultivo y de la maquinaria para labores agrícolas y de cosecha.
- Medir de los rendimientos de cosecha en los campos con nivelación láser y comparar con la cantidad de caña cosechada en los campos convencionales. Un aumento en la cantidad de caña en el campo ayuda a la justificación de la nivelación láser.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Bustos, J. 1999. Estudio de factibilidad para el procesamiento de champiñones (*Agaricusbitorquis*) en El Zamorano. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 57 p.

Barreiro, J. 2006. Estudio de factibilidad para el desarrollo y comercialización de salsa picante roja con maracuyá marca Zamorano en Tegucigalpa, Honduras. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 77 p.

CHEN, J, 1991. Manual de Azúcar de Caña. (Segunda Edición). Editorial Limusa. Balderas 95, Primer piso, 06040, México, D.F. p 667.

Russel, B; Warren, T. 1972. TOPOGRAFIA ELEMENTAL. Editorial Pax-México. México, D.F. p 1085.

8. ANEXOS

Anexo 1. Descripción de tiempos y pesado de cosecha.

En el corte de caña se tomó el tiempo que la maquinaria mantiene sólo en la actividad de corte de caña. La cosechadora recorre el campo a 5 kilómetros por hora al costado de un tractor el cual tira el autovolteo que recibe la caña que cae cortada. En las hojas de registro de datos este tiempo se represento con la letra “C”.

Cada vez que la cosechadora llegaba al final del campo el proceso de corte se detenía para poder dar vuelta y continuar con el corte. Este tiempo se representó con la letra “V” en las hojas de registro.

Se denominó espera de autovolteo al tiempo que toma en ser remplazado un autovolteo lleno por otro vacío, en las hojas de registro se representa con la letra “X”.

Se tomaron las distancias entre cada línea y el largo de cada una de estas utilizando un GPS y una cinta métrica. Teniendo el ancho y largo de cada línea de cultivo se determinó el área cosechada.

Se pesó la caña cosechada en la entrada de la fábrica. Cada muestra se transportó en una jaula de individual para evitar que se mezclara con caña de otro campo u otra cosechadora. La meta de estas precauciones es el poder medir la cantidad cosechada por cosechadora individualmente. El proceso de transportar la caña a la fábrica lleva un registro tomado digitalmente, el cual alimenta una base de datos en las oficinas centrales, el acceso a esta información es muy limitado, lo que dificulta la recopilación de los datos.

Anexo 2. Rendimientos de labores del departamento de diseño y renovación de campos.

Resultados de pruebas de campo del departamento de diseño y renovación de campos. El detalle de cada resultado se encuentra disponible en la versión digital del documento.

Rastrado

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio Ha/hr	
A07002	3		0,84
A09011	4		0,77
A10001	8		0,67
A10015	18		0,70
A10016	20		0,71
Total Promedio			0,74

Subsolado

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio Ha/hr	
A18001	13		0,66
A18002	19		0,70
A18001	23		0,76
A18002	33		0,78
Total promedio			0,73

Surcado

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio Ha/hr	
A10008	10		0,96
A10002	16		0,86
Total promedio			0,91

Adecuación para riego

Extensión de tierra

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio Ha/hr	
D03001	18		3,65
D03003	17		3,50
Total promedio			3,57

Limpieza de canales

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio tramo/Hr	Rendimiento promedio Ha/hr
D05006	36	4,21	0,84
D05007	17	5,07	1,01
Total promedio			0,93

Mantenimiento de drenajes

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio tramo/Hr	Rendimiento promedio Ha/hr
D05006	17	3,66	0,73

Construcción de drenajes

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio tramo/Hr	Rendimiento promedio Ha/hr
D50006	19	1,53	0,31

Zanjeo

Maquinaria	# de pruebas	Rendimiento promedio Ha/hr
A10008	10	1,29
A10002	16	1,20
Total promedio		1,25

Anexo 3. Rendimiento de combustible del departamento diseño y renovación de campos.

Id Maquinaria	# de pruebas	Consumo de Diesel Gl/Hr.
A07002	54	3,33
A09011	31	2,27
A10001	54	3,45
A10002	54	3,53
A10008	54	2,34
A10015	20	2,88
A10016	26	3,15
A18001	36	7,79
A18002	49	4,68
A19005	52	9,79
D03001	53	2,14
D03003	52	2,97
D05006	33	3,77
D05007	26	4,32

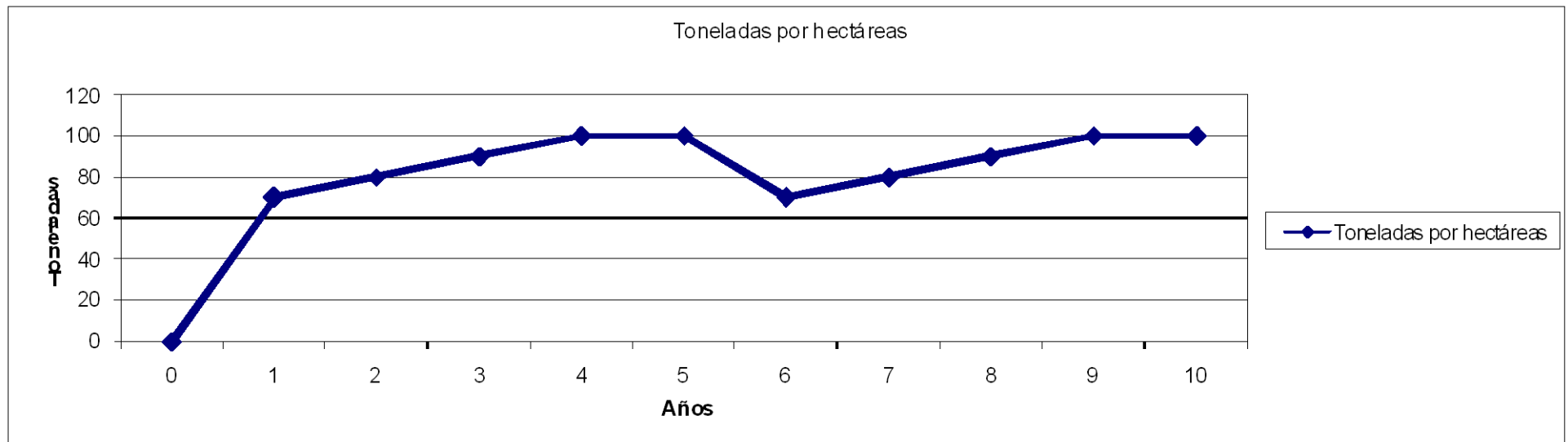
Anexo 4. Resultados y comparación de pruebas de riego.

Promedio de Aforos Campo Nivelado	
Caudal m ³ /s	0,15
Tiempo de Riego Hr	6,00
Cantidad Regada lts	3.209.014,00
Área Regada m ² .	21.223,79
Lámina de Agua m.	0,14
Área por Hora m ² /Hr	3.537,30
Área por turno de riego al día (8 horas)	28.298,39
Tiempo para regar 15Ha (días)	5,30
Cantidad Regada lts/hr	534.835,67
Lts por Turno de Riego	4.278.685,34
Lts por 15H de Riego	22.679.832,27
Promedio de Aforos Campos no Nivelados	
Caudal m ³ /s	0,19
Tiempo de Riego Hr	6,29
Cantidad Regada lts	4.093.228,87
Área Regada m ² .	13.499,97
Lámina de Agua m.	0,30
Área por Hora m ² /Hr	2.146,44
Área por turno de riego al día (8 horas)	17.171,51
Tiempo para regar 15Ha (días)	8,74
Cantidad Regada lts/hr	650.806,26
Lts por Turno de Riego	5.206.450,11
Lts por 15H de Riego	45.480.432,32
Comparación de riego en campo no nivelado con nivelado	
Lámina de Agua m.	0,16
Área por Hora m ² /Hr	-1.390,86
Área por turno de riego al día (8 horas)	-11.126,89
Tiempo para regar 15Ha (días)	3,43
Cantidad Regada lts/hr	115.970,60
Lts por Turno de Riego	927.764,78
Lts por 15H de Riego	22.800.600,05

Anexo 5. Curva de producción del cultivo de caña en Ingenio Barahona.

Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra
Mantenimiento	Siembra	Mantenimiento	70 ton/ha	Mantenimiento	80 ton/ha	Mantenimiento	100 ton/ha	Mantenimiento	100 ton/ha	Mantenimiento	100 ton/ha

Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra	Tiempo muerto	Zafra
Mantenimiento	70 ton/ha	Mantenimiento	80 ton/ha	Mantenimiento	100 ton/ha	Mantenimiento	100 ton/ha	Mantenimiento	100 ton/ha



Anexo 6. Rendimientos y comparación de rendimientos cosecha por cada tipo de campo.

Resultados Promedio Campo Nivelado		
Tiempos de cosecha		
	%	min.
Cosecha	70,09	0:43:00
Vuelta	29,91	0:18:21
Espera de Autovolteo	0,00	0:03:21
Otros	0,00	0:07:07
Rendimientos de cosecha		
Área Cosechada m ²	6.349,40	Tiempo de cosecha de una Ha
Ton. Cosechadas	43,38	1,57 horas
Rendimiento Ton/ha	68,54	
Resultados Promedio Campo tipo A		
Tiempos de cosecha		
	%	min.
Cosecha	70,74	0:40:57
Vuelta	29,26	0:16:56
Espera de Autovolteo	0,00	0:02:42
Otros	0,00	0:01:04
Rendimientos de cosecha		
Área Cosechada m ²	6.387,88	Tiempo de cosecha de una Ha
Ton. Cosechadas	44,47	1,56 horas
Rendimiento Ton/ha	69,72	
Diferencia entre nivelado y tipo A		
Tiempos de cosecha		
	%	
Cosecha	-0,65	
Vuelta	0,65	
Espera de Autovolteo	0,00	
Otros	0,00	
Rendimientos de cosecha		
Área Cosechada m ²	-38,48	
Ton. Cosechadas	-1,09	
Rendimiento Ton/ha	-1,18	
Resultados Promedio Campo tipo B		
Tiempos de cosecha		
	%	min.
Cosecha	60,63	0:34:15
Vuelta	39,37	0:22:14
Espera de Autovolteo	0,00	0:03:46
Otros	0,00	0:01:20
Rendimientos de cosecha		
Área Cosechada m ²	4.072,38	Tiempo de cosecha de una Ha
Ton. Cosechadas	31,55	2,45 horas
Rendimiento Ton/ha	77,33	

Anexo 6. (cont.)

Diferencia entre nivelado y tipo B		
Tiempos de cosecha		
	%	
Cosecha	9,46	
Vuelta	-9,46	
Espera de Autovolteo	0,00	
Otros	0,00	
<u>Rendimientos de cosecha</u>		
Área Cosechada m ²	2.277,03	
Ton. Cosechadas	11,82	
Rendimiento Ton/ha	-8,78	
Resultados Promedio Campo tipo C		
Tiempos de cosecha		
	%	min.
Cosecha	51,42	0:32:16
Vuelta	48,58	0:30:29
Espera de Autovolteo	0,00	0:01:17
Otros	0,00	0:00:00
<u>Rendimientos de cosecha</u>		
Área Cosechada m ²	2.219,00	Tiempo de cosecha de una Ha
Ton. Cosechadas	15,00	4,5 horas
Rendimiento Ton/ha	67,64	
Diferencia entre nivelado y tipo C		
Tiempos de cosecha		
	%	
Cosecha	18,67	
Vuelta	-18,67	
Espera de Autovolteo	0,00	
Otros	0,00	
<u>Rendimientos de cosecha</u>		
Área Cosechada m ²	4.130,40	
Ton. Cosechadas	28,38	
Rendimiento Ton/ha	0,91	
Resultado de Promedio Ponderado no Nivelado		
Tiempos de cosecha		
	%	min.
Cosecha	59,85	0:34:36
Vuelta	40,15	0:23:13
Espera de Autovolteo	0,00	0:00:00
Otros	0,00	0:00:00
<u>Rendimientos de cosecha</u>		
Área Cosechada m ²	3.975,74	Tiempo de cosecha de una Ha
Ton. Cosechadas	29,85	2,51 horas
Rendimiento Ton/ha	74,69	

Anexo 6. (cont.)

Diferencia entre nivelado y ponderado no nivelado	
Tiempos de cosecha	
	%
Cosecha	10,24
Vuelta	-10,24
Espera de Autovolteo	0,00
Otros	0,00
<u>Rendimientos de cosecha</u>	
Área Cosechada m ²	2.373,66
Ton. Cosechadas	13,52
Rendimiento Ton/ha	-6,15

Anexo 7. Costo de maquinaria de diseño y renovación de campos.

ID Maquinaria	Descripción	Costo Hr. US \$
A10002	Tractor	15,45
A10008	Tractor	12,42
A18001	Tractor	29,34
A18002	Tractor	20,36
D03001	Moto niveladora	15,62
D03003	Moto niveladora	18,02
D05007	Retro exc.	21,15
D05006	Retro exc.	19,56
A07002	Tractor	19,41
A09011	Tractor	16,35
A00115	Tractor	18,10
A10016	Tractor	18,87
A10001	Tractor	15,22

Anexo 8. Costo de labores de diseño y renovación de campos.

El detalle del costeo de cada actividad esta disponible en la versión digital del proyecto.

Primer rastrado

Material o Implemento	Costo ha US \$
Tractores: A07002, A0911, A10015, A10016, A1001	23,86
Rastra de 12 Discos	1,54
Incentivo de Operador	0,60
Total por labor ha	26,00
Total por labor campo	389,97

Subsolado

Material o Implemento	Costo ha US \$
Tractores: A18001, A18002	32,29
Subsolador Metalico	0,63
Incentivo de Operador	1,30
Total por labor ha	34,22
Total por labor campo	513,37

Segundo rastrado

Material o Implemento	Costo ha US \$
Tractores: A07002, A0911, A10015, A10016, A1001	23,86
Rastra de 12 Discos	1,54
Incentivo de Operador	0,72
Total por labor ha	26,12
Total por labor campo	391,77

Surcado

Material o Implemento	Costo ha US \$
Tractores: A10002, A10008	15,43
Surqueador	0,21
Incentivo de Operador	1,30
Total por labor ha	16,94
Total por labor campo	254,15

Anexo 8. (cont.)**Adecuación para riego**

Material o Implemento	Costo ha US \$
Tractor A10002 y A10008	11,23
Zanjeador	12,82
Moto niveladora D03001 y D03003	4,72
Retroexcavadora D50060 (Mantenimiento)	26,75
Retroexcavadora D50070 y D50060 (Limpieza)	22,06
Incentivo de Operador	0,82
Total por labor ha	78,40
Total por labor campo	1.175,96

Taquimetría

Material o Implemento	Costo ha US \$
Cuadrilla ha	5,65
Total por labor campo	84,75

Medición de área de cultivo

Material o Implemento	Costo ha US \$
Cuadrilla ha	3,77
Total por labor campo	56,50

Anexo 9. Costo de nivelación Láser.

Descripción de Maq. Y Equipo	US\$/Ha Total	RD\$/Ha Total
JD 8960	326,12	10761,88
JD 8760	328,90	10853,72
JD 8400	362,10	11949,23
JD 9120	323,35	10670,43
Tradillas de 14 yds ³	0,00	0,00
Tradillas de 10 yds ³	0,00	0,00
Tradillas de 6 yds ³	0,00	0,00
Transmisores láser	0,00	0,00
Receptores láser	0,00	0,00
Mástiles para receptor	0,00	0,00
Carretas con torre	0,00	0,00
Cables corrugados	0,00	0,00
Cable de 12 v para caja	0,00	0,00
Cable entre cajas (botonera pantalla)	0,00	0,00
Cable de cajas a electro válvulas	0,00	0,00
Cable de cajas - atrás tractor	0,00	0,00
Pantalla	0,00	0,00
Botonera	0,00	0,00
Baterías 12 v para láser	0,00	0,00
Instalacion de equipo laser		0,00
Valvulas hidraulicas de 4 mangueras	0,00	0,00
Reguladores	0,00	0,00
Excavadoras	210,00	6930,00
Bulldózer	60,20	1986,60
Motoniveladora	8,05	265,65
Pick up encargado de nivelacion	16,38	540,60
Camion de varios con compresor	17,91	591,04
Furgón de manto equipado	0,00	0,00
Estación total	0,00	0,00
Bastones completos	0,00	0,00
Trípode	0,00	0,00
Radios 5820 motorola	0,00	0,00
Machetes	0,00	0,00
Mandarrias	0,00	0,00
cinta métrica de 50 m.	0,00	0,00
Radios M EP450 (furgón, camion)	0,00	0,00
Operadores de tractor	5,98	197,35
Operadores de excavadora	0,00	0,00
Operadores de bulldózer	0,00	0,00
Operadores de motoniveladora	0,00	0,00
Gomeros	16,16	533,35
Mecánicos especialistas	0,00	0,00
Ayudantes de mecánico	0,00	0,00
Medicion de Area	3,76	124,08
Taquimetria	11,28	372,24
Total de Costo Por Ha.	684,84	55776,19

Los precios con valor 0 son confidenciales.

Anexo 10. Resultados y comparación de costo en riego.

La información detallada del coste de estas labores se encuentra en la versión digital de este documento.

Costo de riego de campo nivelado							
	Ha regadas	Tiempo hr.	Agua regada m ³	Costo hr US \$	Costo regador ha US \$	Costo agua M ³ US \$	Costo total
Motobomba	15,00	42,41	22.679,83	1,08	2,89	0,01	45,87
Regador	15,00	42,41	22.679,83	0,00	2,89	0,01	43,36
Agua	15,00	42,41	22.679,83	0,00	2,89	0,01	139,43
						Total	228,65

Costo de riego de campo no nivelado							
	Ha regadas	Tiempo hr.	Agua regada m ³	Costo hr US \$	Costo regador ha US \$	Costo agua M ³ US \$	Costo total
Motobomba	15,00	69,88	45.480,43	1,08	2,89	0,01	75,59
Regador	15,00	69,88	45.480,43	0,00	2,89	0,01	43,36
Agua	15,00	69,88	45.480,43	0,00	2,89	0,01	279,59
						Total	398,54

Campo Nivelado contra no nivelado	
Costo riego de 15 Ha niveladas US \$	228,65
Costo riego de 15 Ha no niveladas US \$	398,54
Diferencia US \$	169,89
Costo un año campo nivelado US \$	2.512,62
Costo un año campo no nivelado US \$	3.890,06
Diferencia US \$	1.377,44

Anexo 11. Costo por maquina y frente de cosecha.

FRENTE II		
Maquina	Código	Costo Hr US \$
Cosechadora	D02037	42,05
Cosechadora	D02043	55,51
Cosechadora	D02047	45,74
Tractor	A09023	14,74
Tractor	A09024	15,31
Tractor	A09025	14,81
Tractor	A09026	15,05
Tractor	A09021	14,45
Tractor	A09012	10,32
Tractor	A09009	10,20
Autovolteo	C03033	7,98
Autovolteo	C03034	7,98
Autovolteo	C03035	7,98
Autovolteo	C03036	7,98
Autovolteo	C03029	4,58
Autovolteo	C03031	4,58

FRENTE III		
Maquina	Código	Costo Hr US \$
Cosechadora	D02039	49,22
Cosechadora	D02044	49,10
Cosechadora	D02045	49,82
Tractor	A09027	14,57
Tractor	A09028	15,38
Tractor	A09029	15,17
Tractor	A09030	15,01
Tractor	A09022	15,43
Tractor	A03008	11,16
Tractor	A09018	10,71
Autovolteo	A03037	7,98
Autovolteo	A03038	7,98
Autovolteo	A03039	7,98
Autovolteo	A03040	7,98
Autovolteo	C03032	4,58
Autovolteo	C03029	4,58

Anexo 12. Costo de combustible por maquina de cosecha.

Id Maquinaria	# de pruebas	Consumo de Diesel Gl/Hr.
D02037	43,00	6,01
D02043	85,00	10,01
D02047	55,00	8,69
D02048	40,00	8,74
D02044	40,00	8,78
D02045	38,00	9,04
D02046	37,00	8,22
D02034	32,00	8,59
A09023	50,00	1,29
A09024	40,00	1,49
A09025	44,00	1,31
A09026	48,00	1,40
A09021	52,00	1,19
A09012	47,00	1,24
A09009	41,00	1,20
A09027	45,00	1,23
A09028	41,00	1,51
A09029	43,00	1,44
A09030	48,00	1,38
A09022	33,00	1,53
A03008	33,00	1,53
A09018	30,00	1,37

Anexo 13. Resultados y comparación de costos de cosecha mecanizada.

	Rendimiento por cosechadora m²/Hr	Rendimiento por frente m²/hr	Tiempo de corte 15 ha. Hr	Toneladas Cosechadas	Costo Campo Cosechado US \$	Costo Ton Cosechada
Campo Nivelado	6.349,40	19.048,20	7,87	1.125,00	2.228,24	1,98
Campo Cosecha Tipo A	6.387,88	19.163,63	7,83	1.125,00	2.214,82	1,97
Campo Cosecha Tipo B	4.072,38	12.217,13	12,28	1.125,00	3.474,14	3,09
Campo Cosecha Tipo C	2.219,00	6.657,00	22,53	1.125,00	6.375,84	5,67
Campo ponderado no Nivelado	3.975,74	11.927,21	12,58	1.125,00	3.558,59	3,16

	Rendimiento por cosechadora m²/Hr	Rendimiento por frente m²/Hr	Tiempo de corte 15 ha. Hr	Toneladas Cosechadas	Costo Campo Cosechado US \$	Costo Ton Cosechada
Campo Nivelado	6.349,40	19.048,20	7,87	1.125,00	2.228,24	1,98
<u>Comparación de los Campos frente al nivelado</u>						
Campo Cosecha Tipo A	-38,48	-115,42	-0,05	1.125,00	-13,42	-0,01
Campo Cosecha Tipo B	2.277,03	6.831,08	4,40	1.125,00	1.245,90	1,11
Campo Cosecha Tipo C	4.130,40	12.391,20	14,66	1.125,00	4.147,60	3,69
Campo ponderado no Nivelado	2.373,66	7.120,99	4,70	1.125,00	1.330,34	1,18

Anexo 14. Formato de registro de Rendimiento de labor.

Esta hoja debe ser llenada solo con lápiz tinta y ser entregada al encargado de turno al cierre del día. Turno de noche favor de entregar hoja a encargado de turno de madrugada.

Nombre de supervisor de turno _____

# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	
# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	
# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	
# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	
# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	
# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	
# Campo:	Fecha:
# Labor:	Tiempo de inicio:
Fecha:	Tiempo de Final:
# Maquina:	Área o tareas realizadas:
# Implemento:	Observaciones
# Personal:	

Anexo 15. Formato de registro de riego.

Hoja de Aforos de campos. Esta hoja solo es válida sólo para el proyecto del pasante Pablo Antonio Longo Mejía. **No usar para asuntos del departamento de riegos.**

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.	qw	qw	qw
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Campo		Fecha	
Aforo			
Alturas m.			
Altura Promedio m.			
Ancho m.			
Velocidad m/s			
Caudal m3/s			
Tiempo			
Cantida de Lts.			
Area Regada m2			
Lamina de Agua m.			

Anexo 16. Comportamiento de costos en campos nivelados y no nivelados.

Campo no nivelado

Rendimiento de campos Ton/ha	0	70	80	90	100	100	70	80	90
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversion Inicial renovación de campo	\$ 191.100,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Costo de riego	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00	\$ 239.124,00
Costo de cosecha	\$ 0,00	\$ 221.200,00	\$ 252.800,00	\$ 284.400,00	\$ 316.000,00	\$ 316.000,00	\$ 221.200,00	\$ 252.800,00	\$ 284.400,00
costo de mantenimiento	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Total	\$ 430.224,00	\$ 460.324,00	\$ 491.924,00	\$ 523.524,00	\$ 555.124,00	\$ 555.124,00	\$ 460.324,00	\$ 491.924,00	\$ 523.524,00

Campo nivelado

Campos Nivelados Rendimiento de campos Ton/ha	0	70	80	90	100	100	70	80	90
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inversion Inicial nivelacion láser de campo	\$ 684.840,41	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Costo de riego	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00	\$ 137.190,00
Costo de cosecha	\$ 0,00	\$ 138.655,00	\$ 158.462,86	\$ 178.270,72	\$ 198.078,57	\$ 198.078,57	\$ 138.655,00	\$ 158.462,86	\$ 178.270,72
costo de mantenimiento	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Total	\$ 822.030,41	\$ 275.845,00	\$ 295.652,86	\$ 315.460,72	\$ 335.268,57	\$ 335.268,57	\$ 275.845,00	\$ 295.652,86	\$ 315.460,72

Anexo 17. Flujo de caja marginal a 8 años, entre los costos de un campo nivelado contra los de un campo no nivelado.

	año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Rendimiento de campos	0	70	80	90	100	100	70	80	90
Inversion Inicial	-\$ 684.840,41								
Ingresos incrementales									
Ahorro en Costo de riego	\$ 0,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00	\$ 101.934,00
Ahorro en Costo de cosecha	\$ 0,00	\$ 82.545,00	\$ 94.337,14	\$ 106.129,28	\$ 117.921,43	\$ 117.921,43	\$ 82.545,00	\$ 94.337,14	\$ 106.129,28
Ahorro en mecanización	\$ 0,00								
Costo de mantenimiento	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Saldo neto efectivo	-\$ 684.840,41	\$ 184.479,00	\$ 196.271,14	\$ 208.063,28	\$ 219.855,43	\$ 219.855,43	\$ 184.479,00	\$ 196.271,14	\$ 208.063,28

VAN	\$ 188.081,31
TIR	24%
Tasa de descuento	16%
PRI	5.27 años