

Diseño de un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en El Zamorano, Honduras

Fredy Adán Cruz Orellana

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Diseño de un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en El Zamorano, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Fredy Adán Cruz Orellana

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

Diseño de un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en El Zamorano, Honduras

Presentado por:

Fredy Adán Cruz Orellana

Aprobado:

Francisco Álvarez, M.A.E.
Asesor

Miguel Velez, Ph. D.
Director de la Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Rommel Reconco, M.A.E.
Asesor

Raúl Espinal, Ph. D.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph. D.
Coordinador Área de Fitotecnia

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

RESUMEN

Cruz, Fredy 2008. Diseño de un sistema de riego por goteo en el área del El Llano en El Zamorano, Honduras. Proyecto de Graduación del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, 49 p.

El riego es necesario debido a la falta de lluvia o de inadecuada distribución. El objetivo de este estudio fue diseñar y calcular un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en El Zamorano Honduras, así como un estudio financiero para ver la factibilidad del mismo. El área de El Llano es de 18.7 ha, de las cuales 15.8 ha son aptas para uso agrícola; en 9.6 ha predomina la arcilla y en 6.2 ha predomina la arena. La fuente de agua será el río Yeguaré que en época de verano arroja un caudal de 860 m³/ha. La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) se calculó haciendo promedios de los años 2003 a 2008, en las distintas épocas de siembra así como en las diferentes etapas de los cultivos a regar. Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ET_c) se utilizó la mayor ET_o y el mayor coeficiente del cultivo (K_c). El sistema de riego está diseñado para regar maíz a doble hilera, frijol y caña de azúcar. El área de los lotes a regar en el suelo arcilloso es 1.0 ha y en el suelo arenoso es 0.5 ha; en el suelo arenoso el área del lote es menor debido a que se diseñó con doble cinta por surco para garantizar que el área humedecida sea la adecuado para los cultivos. El diseño se calculó usando cinta de goteo con un caudal del 340L/h en 100 m, las cintas estarán distanciadas a 1.5 m entre calles, y se podrá regar dos lotes por turno. El intervalo de riego dependerá de la etapa del cultivo y la época de siembra del mismo, siendo este de tres días en la época más crítica. El caudal de operación es de 49 m³/h, la eficiencia del sistema de riego por goteo es de 90%. En El Llano también existen 12.7 ha de alto potencial agrícola por lo que la tubería de conducción y la bomba fueron diseñadas para regar las dos áreas en un futuro. Con la implementación del sistema de riego se podrá producir maíz y frijol todo el año o caña de azúcar para forraje. El costo del sistema de riego es de \$ US 34,930 el cual incluye los materiales y la instalación. El proyecto presenta un VAN de \$ US 17,796.41 y una TIR 82%.

Palabras clave: Caudal, Coeficiente del cultivo (K_c), Evapotranspiración del cultivo (ET_c), Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o).

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iv
Contenido.....	v
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXOS.....	26

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro		Página
1	Kc y duración de las etapas de cada cultivo	4
2	Características principales de los cultivos a regar	4
3	Diferentes texturas de El Llano	9
4	Infiltraciones básicas de El Llano	10
5	Curvas de retención de humedad de El Llano	10
6	ETo para las épocas de siembra de los cultivos de maíz y frijol.....	11
7	ETo para las épocas de siembra del cultivo de caña de azúcar	11
8	Demanda hídrica del cultivo de maíz	12
9	Demanda hídrica del cultivo de frijol	12
10	Demanda hídrica del cultivo de caña de azúcar	13
11	Cálculo de las necesidades hídricas para el diseño del sistema de riego	15
12	Intervalo y tiempo de riego del cultivo de maíz	16
13	Intervalo y tiempo de riego del cultivo de frijol	16
14	Intervalo y tiempo de riego del cultivo de caña de azúcar	17
15	Pérdidas por fricción en las tuberías	18
16	Pérdidas por fricción de los accesorios en la tubería principal	18
17	Pérdidas del control de válvulas	19
18	Carga dinámica total	19
19	Descripción del funcionamiento del sistema de riego	20
20	Cálculo del presupuesto de la implementación del sistema de riego	22
21	Flujo de efectivo de El área de El Llano	23
Figura		
1	Diseño del sistema de riego por goteo	21
Anexo		
1	Ubicación de el área de El Llano	26
2	Mapa de texturas, localización de las pruebas de infiltración y puntos de extacción de muestras para las curvas de retención de humedad	27
3	Curvas a nivel	28
4	Pérdidas por fricción del sistema de riego	29
5	Robot de válvula	30
6	Cotización de los materiales para la instalación del sistema de riego	31
7	Costos e ingresos del cultivo de maíz	32
8	Costos e ingresos del cultivo de frijol	33

INTRODUCCIÓN

El agua es imprescindible para la vida; desde la antigüedad las grandes civilizaciones se desarrollaron principalmente a lo largo de los grandes ríos en donde la población no solo disponía de agua sino que también podía cultivar las plantas que necesitaba (Castañón 2000).

El riego es necesario debido a la falta de lluvia o la inadecuada distribución. Riego es el suministro adicional de agua al perfil del suelo, en forma artificial, para su utilización por los cultivos, en el momento oportuno y en las cantidades necesarias para la obtención de una producción sostenible. Hoy en día, del agua total en el mundo, el 0.03% es agua dulce fácilmente accesible de la cual el 65% es utilizada para riego.

Actualmente, en los países en vías de desarrollo donde la mayor parte de sus habitantes se dedica a la agricultura, se hace un uso irracional del agua. Por lo tanto, es importante eficientar el uso de la misma haciendo uso de los distintos sistemas de riego, que tienen como objetivo optimizar el uso del agua y por ende el de las tierras, logrando una producción sostenible e intensiva todo el año. (Peterson y Thorne 1963).

El área de El Llano es de 18.7 ha. Este terreno fue utilizado para sembrar caña de azúcar durante seis años y desde 2006 ha estado sin uso. Contiguo a este terreno, se encuentra otra área de alto potencial agrícola la cual en un futuro puede utilizarse para la agricultura.

Dentro de las principales limitaciones del terreno están: 1) No hay electricidad por lo que se tiene que usar una bomba de diesel o gasolina, 2) Debido a que se encuentra lejos del campus central, siempre debe de haber una persona encargada del sistema de riego, 3) Se debe construir una caseta para proteger la bomba y los filtros de vandalismo.

El objetivo de este estudio fue diseñar y calcular un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en Zamorano, así como un estudio financiero para ver la factibilidad del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: El diseño se realizó en el área de El Llano de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras (Anexo 1).

Fuente de agua: La fuente de agua para el sistema de riego será el río Yeguaque que se encuentra contiguo al terreno. Para determinar el caudal del río se realizaron aforos usando un molinete en abril y mayo de 2007 y mayo de 2008, El dato que arrojó menos agua fue el aforo realizado el 20 de mayo de 2008, dos días antes de la primera lluvia.

Suelo: Se midió el terreno con un GPS de alta precisión con el cual se obtuvo un plano plani-altimétrico. Para el plano planimétrico se tomaron puntos en todo el contorno del terreno y para el altimétrico se realizó una cuadrícula de 30×30 m en toda la superficie del terreno. Los puntos fueron descargados en el programa Map Source y luego exportado al programa Arc View 3.3 donde se realizaron los mapas de diseño del sistema de riego, curvas de nivel, ubicación de los puntos de extracción de las muestras para las curvas de retención de humedad, ubicación de los puntos donde se realizaron las pruebas de infiltración y el de estratificación de suelo.

Se realizaron barrenaciones a la profundidad de 1 m o a 75×75 m para determinar las texturas. Así se generó un mapa de texturas de suelo para determinar los puntos donde se realizaron las pruebas de infiltración y los puntos donde se tomaron las muestras para determinar las curvas de retención de humedad (Anexo 2).

Se usaron cilindros infiltrómetros para realizar las pruebas de infiltración colocando dos cilindros por prueba tomando datos durante cuatro horas, estas pruebas fueron realizadas en el mes de mayo de 2008 antes de las lluvias. Se realizaron cinco pruebas de infiltración tomando como base el mapa de textura de suelo; en cada prueba se hicieron dos repeticiones por punto, espaciados a 20 m.

Para obtener las curvas de retención de humedad, se hicieron cinco calicatas, tomando como base el mapa de textura de suelo, se tomó una muestra por horizonte de cada perfil de suelo, hasta llegar a la profundidad de 50 cm, que fue enviada al laboratorio del Centro de Entrenamiento y Desarrollo Agrícola, CEDA donde las muestras fueron saturadas de agua y luego colocadas a diferentes presión para determinar el porcentaje de agua en el suelo.

Clima: El clima es un factor determinante en el riego ya que tiene un impacto muy grande sobre el consumo de agua de los cultivos. En El Zamorano, la temperatura promedio es 23.4°C; la humedad relativa promedio es 75.2%; la radiación solar es de 403 cal/ cm²; la velocidad del viento es de 1.67m/s y la precipitación promedio es de 1084.5 mm/año. Todos estos factores climáticos influyen en la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) que expresa el poder evaporante de la atmósfera.

La ET_o se calculó haciendo promedios de los años 2003 a 2008, en las distintas épocas de siembra así como en las diferentes etapas de los cultivos a regar, usando la ecuación Penman - Monteith de la FAO.

Cultivos: El diseño se realizó para que pueda ser usado con caña de azúcar, maíz y frijol (Cuadro 1, 2).

Evapotranspiración del cultivo (ET_c): Se refiere a la evapotranspiración del cultivo cuando está en condiciones óptimas tales como estar libre de enfermedades, con fertilizaciones adecuadas, en suelos aptos para el cultivo y sin limitaciones de agua. La ET_c se calcula usando la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Donde:

ET_c= Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

ET_o= Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

K_c= Coeficiente del cultivo

El K_c varía de acuerdo al desarrollo del cultivo por lo que se consideraron cuatro etapas de crecimiento propuestas por la FAO. La etapa inicial comprende desde la siembra o transplante hasta que la vegetación verde cubre aproximadamente 10% de la superficie del suelo. El periodo de desarrollo del cultivo inicia cuando la superficie del suelo está cubierta en un 10% hasta alcanzar cobertura efectiva completa. La fase de mediados de cultivo comprende desde la cobertura efectiva completa hasta inicios de madurez. La etapa de final de cultivo abarca el periodo entre comienzo de madurez hasta el momento de la cosecha. La duración de cada etapa varía según el cultivo. La etapa de desarrollo se calculó mediante un promedio del K_c inicial y mediados de cultivos y el K_c para la etapa de finales de cultivo con un promedio entre el K_c de mediados de cultivo y el K_c final (Cuadro 1).

Cuadro 1. Kc y duración de las etapas de cada cultivo

Cultivo	Duración/etapas (días)				Ciclo del cultivo (días)	Kc / Etapas		
	Inicial	Desarrollo	Media	Final		Inicial	Media	Final
Caña de azúcar	30	50	180	60	320	0.40	1.25	0.75
Frijol	20	30	40	20	110	0.40	1.15	0.35
Maíz para semilla	20	35	40	25	120	0.30	1.2	0.35 - 0.60

Fuente: Rudy Cabrera, curso Internacional de Riegos, Israel, 2000, Doorembos y Pruitt, estudio FAO riego y drenaje.

Cuadro2. Características principales de los cultivos a regar

Cultivo	Agua Aprovechable %	Profundad efectiva de raíces (m)	Altura máxima de crecimiento (m)
Caña de azúcar	40 – 55	0.45	3.0
Frijol	41 – 55	0.45	0.4
Maíz para semilla	42 – 55	0.45	2.0

Fuente: Curso riego y drenaje 2007, curso de cultivos extensivos 2008

Cálculo y Diseño del Sistema de Riego

Se realizó el levantamiento del terreno usando un GPS de alta precisión. Después que se obtuvo el plano plani – altimétrico del terreno:

Se analizó el terreno observando su pendiente y localización de la fuente de agua.

Se calculó las necesidades de riego.

Agua disponible: Es el agua capilar la cual se encuentra entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente, retenida entre 0.3 y 15 atm. Se tomó el dato más bajo de las curvas de retención humedad del primer horizonte el cual fue representativo de toda el área de El Llano, para evitar que al momento de determinar el agotamiento permisible no sobrepase el agua disponible en el suelo. Se expresa en porcentaje

Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo: Es la lámina de agua disponible a la profundidad donde se encuentra la mayor concentración de raíces, es expresada en mm.

$$LD_{zr} = AD \times 10 \times zr$$

Donde:

LD_{zr} = Lámina de agua disponible a la profundidad radicular efectiva del cultivo (mm/zr)

AD= Agua disponible (%)

zr = Profundidad radicular efectiva del cultivo (m)

Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva del cultivo: Es la lámina de agua que puede ser aprovechada por la planta sin sobrepasar el agotamiento permisible establecido para cada cultivo.

$$LA_{zr} = LD_{zr} \times \% AA$$

Donde:

LA_{zr} = Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva del cultivo (mm/zr)

% AA= % de agua aprovechable

Porcentaje de área bajo riego: Relación entre el área humedecida con respecto a el área que se encuentra bajo riego, es expresado en porcentaje. Para el cálculo del porcentaje de área bajo riego, primero se calculó el bulbo húmedo usando la fórmula:

$$d = (q_e / 0.785 \times I_b)^{1/2}$$

Donde:

d = diámetro del bulbo humedecido (m)

q_e = caudal del emisor (L/h)

I_b = velocidad de infiltración básica (mm/h)

Luego se calculó el porcentaje de área bajo riego usando la siguiente formula

$$PAR = (3.1416 \times r^2 / dl \times de) \times 100$$

Donde:

PAR = porcentaje de área bajo riego

r = radio del bulbo húmedo (m)

d = diámetro del bulbo húmedo (m)

dl = distancia entre emisores (m)

Intervalo de riego: Expresa el tiempo entre dos riegos sucesivos.

$$I_r = LA_{zr} / ET_c$$

Donde:

I_r = Intervalo de riego (días)

LA_{zr} = Lámina de agua aprovechable a (zr)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm)

Lámina de riego ajustada (LR aj): es la lámina de agua que se debe reponer.

$$LR_{aj} = I_r_{aj} \times ET_c$$

Donde:

LR_{aj} = Lámina de riego ajustada (mm)

I_r_{aj} = Intervalo de riego ajustado (días)

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Lámina bruta: Es la lámina de agua que se debe reponer tomando en cuenta la eficiencia del sistema de riego.

$$LB = LR_{aj} \times 100 / \text{eficiencia del sistema}$$

Donde:

LB = Lámina bruta (mm)

LR_{aj} = Lámina de riego ajustada (mm)

Eficiencia del sistema = se consideró una eficiencia del 90%.

VB = (LB × Par) / 10: Es el volumen de agua en cada riego.

Donde:

VB = volumen o dosis bruta, m³/ha

LB = lámina bruta, mm

PAR = porcentaje de área bajo riego

Precipitación horaria del sistema: Es la cantidad de agua que precipita en una hora en un área determinada, se expresa en (mm/h).

$$Phr = (q_e \times 100) / (d_e \times d_l \times Par)$$

Donde:

Phr = precipitación horaria

q_e = caudal emisor, L/h

d_e = dist. entre emisores contiguos en el lateral, (m)

d_l = dist. entre laterales contiguos, (m)

PAR = % área bajo riego

Se debe comparar con la Infiltración básica (Ib); debe ser menor o de lo contrario se deberá modificar las condiciones de operación del emisor.

Horas de riego por turno: Son las horas que dura el turno de riego para reponer la lámina.

$$Ht = LB / Phr$$

Donde:

Ht = horas de riego por turno (h)

LB = Lámina bruta (mm)

Phr = Precipitación horaria del sistema (mm/h)

Máximo número de turnos de riego diarios: Son los turnos de riego que se pueden hacer por día.

$$Td = Hm / Ht$$

Donde:

Td = máximo número de turnos diarios

Hm = horas de riego máximas al día (h), establecidas tomando en cuenta las horas que se desea trabajar el sistema de riego.

Ht = horas de riego por turno.

Horas de riego diario: representa las horas que se riegan al día

$$Hd = Td \times Ht$$

Donde:

Hd = horas de riego diarias

Td = turnos por día

Ht = Horas de riego por turno

Volumen de riego bruto por hectárea: Es el volumen de agua que debemos aplicar por hectárea para reponer la necesidad hídrica.

$$VR = LB \times PAR / 100$$

Donde:

VR = Volumen de riego bruta (m³/ha)

LB = Lámina bruta (mm)

PAR = porcentaje de área bajo riego

Superficie bajo riego por turno: es el área se riega por cada turno

Sr = área bajo riego/ No. riegos por ciclo

Donde:

Sr = superficie bajo riego (ha)

Volumen de riego bruta por turno: Volumen de agua que se utiliza para regar el área de un turno.

Vbt = Sr × DR

Donde:

Vbt = Volumen de riego por turno (m³/turno)

Sr = superficie de bajo riego por turno (ha)

Vr = Volumen de riego por turno (m³/ha)

Caudal requerido: Es el caudal que se necesita para que el sistema de riego funcione.

Qr = Vbt × Ht

Donde:

Qr = Caudal requerido (m³/h)

Vbt = volumen de riego por turno (m³/turno)

Ht = horas de riego por turno (h)

Luego de obtener los datos de necesidades de riego se dividió el terreno tomando como base las horas en que se quiere regar el área, el caudal disponible y el área deseada por turno, marcando la dirección de la tubería principal y tubería secundaria. Se determinó la ubicación de las válvulas.

Se determinaron los tamaños de la tubería tomando en cuenta la pérdida por fricción usando la fórmula de Hazen & Williams y la velocidad del agua la cual debe ser igual o menor de 1.52 m/s, así como el caudal que transporta. Luego se realizó una breve descripción del sistema de riego.

Cálculo del Presupuesto: Se realizó con base en el diseño, tomando en cuenta los materiales que se utilizarán para la instalación; incluye desde los accesorios a usar hasta la mano de obra que se contratará para realizar la instalación del mismo.

Análisis Financiero: Se realizó un análisis de financiero para ver la factibilidad del sistema de riego. El análisis se realizó con un flujo efectivo con proyecciones de producción y ventas de cinco años, tomando el costo del sistema de riego como un financiamiento, depreciado a diez años, usando una tasa de descuento del 8% y una rotación de cultivos entre frijol y maíz, sembrados de manera alterna a lo largo de los cinco años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fuente de agua: La fuente de agua es el río Yeguaré el cual fue aforado en abril y mayo de 2007 y en mayo de 2008 tomando como base del diseño el aforo más cercano a la primera lluvia el cual fue el 20 de mayo del 2008 con un caudal de 860 m³/h.

Suelo

El área total de El Llano es de 18.7 ha, de las cuales 2.4 ha son consideradas no agrícolas, 0.5 ha de calle y 15.8 ha es el área efectiva para riego.

Con base a las barrenaciones se determinaron las diferentes texturas (Cuadro 3)

Cuadro 3. Diferentes texturas de El Llano (Anexo 2)

Texturas	Hectáreas	Porcentaje
Franco arcilloso	6.3	40
Arcillo – limoso	3.3	21
Arenoso	6.2	39

Debido a las diferentes texturas que presenta el área de El Llano, se agrupó el área donde predomina la arcilla la cual representa un 61% y el área de arena la cual representa el 39%. Esto se realizó con el fin de hacer diseños diferentes y dar las condiciones adecuadas a las plantas en las diferentes texturas.

Infiltración Básica: De las cinco pruebas de infiltración la más baja fue de 10.53 mm/h que es del suelo franco arcilloso la más alta fue del suelo arenoso; se tomó la infiltración básica más baja en este caso 10.53 mm/h para el cálculo de bulbo húmedo y se utilizó como parámetro para que la precipitación horaria no sobrepase la infiltración básica y con ello evitar escurrimiento y anegamiento (Cuadro 4).

Cuadro 4. Infiltración básica de El Llano (Anexo 2)

Textura	Prueba	Infiltración Básica mm/h
Franco Arcilloso	1	12.94
Franco Arcilloso	2	10.53
Arcilloso limoso	3	16.2
Arena	4	164.64
Arena	5	56.21

Curvas de retención de Humedad: Se utilizó el dato más bajo del primer horizonte para evitar que el agua usada por la planta sobrepase el aprovechamiento de agua permisible en este caso de 50% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Curvas de retención de humedad de El Llano (Anexo 2)

Textura	Ho	Profundidad (cm)	CC [•] 0.3 atm	PMP [▪] 15.53 atm	AD [▫] %	AD [▫] mm/0.45m
Arena	A	0.00 - 0.15	29.8	17.5	12.3	55.4
	B	0.15 - 0.29	40.8	30.1	10.7	48.0
	C	0.29 - 0.50	49.5	40.8	8.7	38.9
Arena	A	0.00 - 0.23	29.6	18.7	10.9	49.1
	B	0.23 - 0.37	27.2	17.4	9.8	44.1
	C	0.37 - 0.50	37.0	26.6	10.4	46.8
Arcillo limoso	A	0.00 - 0.26	29.4	15.9	13.5	60.8
	B	0.26 - 0.50	42.8	33.5	9.3	41.9
Franco Arcilloso	A	0.00 - 31.5	25.0	14.1	10.9	49.1
	B	31.5 - 0.50	7.1	0.1	7.1	31.8
Franco Arcilloso	A	0.00 - 0.18	35.2	20.2	14.9	67.2
	B	0.18 - 0.50	35.7	20.5	15.2	68.3

• CC: Capacidad de campo

▪ PMP: Punto de marchitez permanente

▫ AD: Agua Disponible

Clima

Cuadro 6. ETo para las épocas de siembra de los cultivos de maíz y frijol.

Etapa	Época de siembra		
	enero - abril	mayo – agosto	septiembre - diciembre
Inicial	4.2	5.2	4.3
Desarrollo	4.4	4.0	3.6
Media	5.0	4.0	3.3
Final	5.1	4.3	3.7

Cuadro 7. ETo para las épocas de siembra del cultivo de caña de azúcar.

Etapa	Época de siembra					
	diciembre - octubre	enero - noviembre	febrero – diciembre	marzo – enero	abril - febrero	mayo - marzo
Inicial	3.7	3.8	5.0	5.0	5.4	5.0
Desarrollo	4.2	4.8	5.2	5.3	4.5	3.8
Media	4.6	4.5	4.2	3.9	3.8	3.8
Final	4.0	3.3	3.4	3.6	4.2	4.7

En maíz y frijol la mayor ETo fue de 5.22 mm que corresponde a la etapa inicial de la época de siembra de mayo – agosto (Cuadro 6). En caña de azúcar la mayor ETo fue de 5.44 mm que corresponde a la etapa inicial de la época de siembra de abril – febrero (Cuadro 7). Para el diseño se tomó la mayor ETo 5.4 mm para estimar la mayor demanda hídrica para que el sistema sea capaz de cumplir la demanda si en algún momento se presenta.

Cultivo

Evapotranspiración del cultivo (ETc): Para el cálculo de la ETc, se utilizó la ETo de 5.44 mm y un Kc de 1.25 que corresponde a la etapa media de la caña de azúcar.

Profundidad efectiva de las raíces: Para el cálculo de agua disponible se utilizó una profundidad efectiva de las raíces de 0.45 m que es donde se encuentra la mayor concentración de raíces en el suelo (Cuadro 2).

Aprovechamiento de agua: Se tomó el 50% de aprovechamiento de agua, debido que el rango establecido para los cultivos es de 40 – 50% (Cuadro 2)

La demanda hídrica se estimó por día, etapa y ciclo de cada cultivo en las posibles épocas de siembra (Cuadro 8, 9 ,10)

Cuadro 8. Demanda hídrica del cultivo de maíz

Época de siembra	Etapa	ETo (mm)	Kc	ETc (mm)	Lámina de riego (mm) eficiencia 90%		
					Día	Etapa	Ciclo
enero-abril	Inicial	4.2	0.30	1.2	1.4	28	512
	Desarrollo	4.4	0.75	3.3	3.7	129	
	Media	5.1	1.20	6.0	6.7	270	
	Final	5.1	0.60	3.1	3.4	86	
mayo-agosto	Inicial	5.2	0.30	1.6	1.7	35	437
	Desarrollo	4.0	0.75	3.0	3.3	117	
	Media	4.0	1.20	4.8	5.3	213	
	Final	4.3	0.60	2.6	2.9	72	
septiembre-diciembre	Inicial	4.3	0.30	1.3	1.4	29	374
	Desarrollo	3.6	0.75	2.7	3.0	106	
	Media	3.3	1.20	4.0	4.5	178	
	Final	3.7	0.60	2.2	2.4	61	

Cuadro 9. Demanda hídrica del cultivo de frijol

Época de siembra	Etapa	ETo (mm)	Kc	ETc (mm)	Lámina de riego (mm) eficiencia 90%		
					Día	Etapa	Ciclo
enero-abril	Inicial	4.2	0.40	1.7	1.8	37	449
	Desarrollo	4.3	0.78	3.4	3.8	113	
	Media	5.0	1.15	5.8	6.4	257	
	Final	5.5	0.35	1.9	2.1	43	
mayo-agosto	Inicial	5.2	0.40	2.1	2.3	46	392
	Desarrollo	4.1	0.78	3.2	3.6	107	
	Media	4.0	1.15	4.6	5.1	205	
	Final	4.2	0.35	1.5	1.6	33	
septiembre-diciembre	Inicial	4.3	0.40	1.7	1.9	38	332
	Desarrollo	3.6	0.78	2.8	3.2	94	
	Media	3.4	1.15	3.9	4.3	171	
	Final	3.6	0.35	1.3	1.4	28	

Cuadro 10. Demanda hídrica del cultivo de caña de azúcar

Época de siembra	Etapa	ET _o (mm)	K _c	ET _c (mm)	Lámina de riego (mm) eficiencia 90%		
					Día	Etapa	Ciclo
diciembre -octubre	Inicial	3.7	0.40	1.5	1.6	49	1594
	Desarrollo	4.2	0.83	3.5	3.8	192	
	Media	4.6	1.25	5.8	6.4	1155	
	Final	3.9	0.75	2.9	3.3	199	
enero - noviembre	Inicial	3.8	0.40	1.5	1.7	51	1568
	Desarrollo	4.8	0.83	4.0	4.4	223	
	Media	4.5	1.25	5.7	6.3	1130	
	Final	3.3	0.75	2.5	2.7	164	
febrero - diciembre	Inicial	5.0	0.40	2.0	2.2	67	1536
	Desarrollo	5.2	0.83	4.3	4.8	240	
	Media	4.2	1.25	5.3	5.9	1058	
	Final	3.4	0.75	2.6	2.8	171	
marzo - enero	Inicial	5.0	0.40	2.0	2.2	67	1476
	Desarrollo	5.3	0.83	4.4	4.9	246	
	Media	3.9	1.25	4.9	5.5	983	
	Final	3.6	0.75	2.7	3.0	182	
abril - febrero	Inicial	5.4	0.40	2.2	2.4	73	1441
	Desarrollo	4.5	0.83	3.8	4.2	209	
	Media	3.8	1.25	4.8	5.3	953	
	Final	4.2	0.75	3.1	3.5	208	
mayo - marzo	Inicial	5.0	0.40	2.0	2.2	67	1432
	Desarrollo	3.8	0.83	3.2	3.5	175	
	Media	3.8	1.25	4.8	5.3	955	
	Final	4.7	0.75	3.5	3.9	236	

Descripción de los Componentes del Sistema de Riego:

Captación: El sistema de de riego tendrá como fuente de agua el río Yeguaré, el cual en la época seca antes de la lluvia en el año 2008, transportaba 860 m³/h.

Obra civil: La obra civil que requiere el sistema de riego está conformada por la construcción de una caseta para la protección del equipo de bombeo y de los filtros.

Tubería de conducción: La tubería de conducción comprende una longitud de 65 m de tubería de PVC de 4" de Ø con una resistencia de 160 PSI, que conduce el agua desde la captación hacia la tubería principal.

Tubería principal: La tubería principal comprende una longitud de 1170 m de longitud de tubería de PVC de 4" de Ø con una resistencia de 125 PSI, conduce el agua desde la línea de captación hacia la tubería secundaria.

Tubería secundaria: Es la que conduce el agua desde la tubería principal hacia las cintas de goteo, la tubería secundaria comprende una longitud de 1,110 m de tubería de PVC de 2" de Ø con una resistencia de 90 PSI y 930 m de tubería de PVC de 3" de Ø con una resistencia de 100 PSI.

Equipo de riego: Los principales componentes del equipo de riego son: Equipo de bombeo, juego de válvulas de riego, válvulas de aire, válvulas de compuerta, cinta de goteo con los conectores, juego de llaves básicas para de equipo bombeo, accesorios, manómetros, filtro e inyector.

Equipo de bombeo: De acuerdo al cálculo hidráulico y considerando las características de la parcela de riego, el proyecto requiere un equipo de bombeo que sea capaz de vencer una CDT de 54.16 PSI y rendir un caudal de 49 m³/h. Para suplir se consideró un equipo de bombeo de 17 Hp.

Cálculo y Diseño del Sistema de Riego

Para el cálculo del diseño del sistema de riego se tomaron las condiciones más críticas de clima, planta y suelo, con el fin de que el sistema sea capaz de suplir las necesidades si algún día se presentaran (Cuadro 11)

Cuadro 11. Cálculo de las necesidades hídricas para el diseño del sistema de riego.

CLIMA		
ET _o (mm/día)		5.4
PLANTA		
K _c		1.25
ET _c (mm/día)		6.8
SUELO		
Agua disponible (%)		10.9
Z _r (m)		0.45
Lamina de agua disponible en z _r (mm/0.45m)		49.0
% de agua aprovechable del cultivo		50.0
Lámina de agua aprovechable en z _r (mm/ha)		24.5
Volumen de agua aprovechable en z _r (m ³ /ha)		52.4
Infiltración básica suelo arcilloso (mm/hr)		10.5
PAR suelo arcilloso (%)		21.4
SISTEMA DE RIEGO		
Distanciamiento entre emisores (m)		0.30
Distanciamiento entre laterales (m)		1.50
Díametro efectivo del bulbo humedo suelo arcilloso(m)		0.35
Intervalo de Riego (días)		3.6
Intervalo de Riego ajustado (días)		3.0
Lámina de riego ajustada (mm)		20.4
Eficiencia (%)		90.0
Lámina bruta (mm)		22.7
Volumén de agua (m ³ /ha/día)		16.6
Volumen bruto (m ³ /ha)		48.5
Precipitación horaria		10.6
Número de válvulas/turno		2.0
Número de turnos/ciclo de riego		11.0
	Suelo arcilloso	
Horas de riego		2.1
Área de riego/turno (ha)		2.1
Área de riego/válvula (ha)		1.0
	Suelo arenoso	
Horas de riego		1.0
Área de riego/turno (ha)		1.0
Área de riego/válvula (ha)		0.5

Intervalos y tiempo de riego

Los intervalos de riego fueron calculados para cada cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo en sus posibles épocas de siembra (Cuadro 12, 13,14)

Cuadro 12. Intervalo y tiempo de riego del cultivo de maíz.

Época de siembra	Etapas	ETc (mm/día)	Lámina aprovechable zr (mm)	Intervalo de riego (Días)	Tiempo de riego (h/turno)
enero-abril	Inicial	1.4	5.5	4.0	0.5
	Desarrollo	3.7	13.6	3.0	1.1
	Media	6.7	24.5	3.0	1.9
	Final	3.4	24.5	7.0	2.3
mayo-agosto	Inicial	1.7	5.4	3.0	0.5
	Desarrollo	3.3	13.6	4.0	1.3
	Media	5.3	24.5	5.0	2.5
	Final	2.7	24.5	8.0	2.2
septiembre - diciembre	Inicial	1.4	5.4	4.0	0.5
	Desarrollo	3.0	13.6	4.0	1.2
	Media	4.4	24.5	5.0	2.1
	Final	2.4	24.5	10.0	2.3

Cuadro 13. Intervalo y tiempo de riego del cultivo de frijol.

Época de siembra	Etapas	ETc (mm/día)	Lámina aprovechable zr (mm)	Intervalo de riego (Días)	Tiempo de riego (h/turno)
enero-abril	Inicial	1.8	5.5	3.0	0.5
	Desarrollo	3.8	10.9	3.0	1.1
	Media	6.4	19.1	3.0	1.8
	Final	2.1	19.1	9.0	1.8
mayo-agosto	Inicial	2.3	5.5	3.0	0.7
	Desarrollo	3.6	10.9	3.0	1.0
	Media	5.1	19.1	4.0	1.9
	Final	1.6	19.1	11.0	1.7
septiembre - diciembre	Inicial	1.9	5.5	3.0	0.5
	Desarrollo	3.2	10.9	3.0	0.9
	Media	4.3	19.1	4.0	1.6
	Final	1.4	19.1	13.0	1.7

Cuadro 14. Intervalo y tiempo de riego del cultivo de caña de azúcar.

Época de siembra	Etapa	ETc (mm/día)	Lámina aprovechable zr (mm)	Intervalo de riego (Días)	Tiempo de riego (h/turno)
diciembre - octubre	Inicial	1.6	6.5	4.0	0.6
	Desarrollo	3.8	16.4	4.0	1.5
	Media	6.4	24.5	4.0	2.4
	Final	3.3	24.5	7.0	2.2
enero - noviembre	Inicial	1.7	6.5	4.0	0.7
	Desarrollo	4.4	16.4	4.0	1.7
	Media	6.3	24.5	4.0	2.4
	Final	2.7	24.5	9.0	2.3
febrero - diciembre	Inicial	2.2	6.5	3.0	0.6
	Desarrollo	4.8	16.3	3.0	1.4
	Media	5.9	24.5	4.0	2.2
	Final	2.8	24.5	8.0	2.2
marzo - enero	Inicial	2.2	6.5	3.0	0.6
	Desarrollo	4.9	16.4	3.0	1.4
	Media	5.5	24.5	4.0	2.1
	Final	3.0	24.5	8.0	2.3
abril - febrero	Inicial	2.4	6.5	3.0	0.7
	Desarrollo	4.2	16.4	4.0	1.6
	Media	5.3	24.5	5.0	2.5
	Final	3.5	24.5	7.0	2.3
mayo - marzo	Inicial	2.2	6.5	3.0	0.6
	Desarrollo	3.5	16.4	4.0	1.3
	Media	5.3	24.5	5.0	2.5
	Final	3.9	24.5	6.0	2.2

Cálculo de la Carga Dinámica Total (CDT)

Pérdidas por fricción (Hf): Las pérdidas por fricción fueron calculadas usando la fórmula de Hazen & Williams; se calcularon las pérdidas por fricción de las tuberías, accesorios de la tubería principal y el control de válvula (Cuadro 15, 16,17). Para calcular el tamaño de las tuberías el principal factor fue la velocidad del agua la cual debe ser menor o igual a 1.5 m/s.

Los cálculos del Cuadro 5 fueron realizados tomando como base las condiciones de la válvula más crítica (Anexo 4), en este caso la válvula del lote 10 (Figura 1).

Cuadro 15. Pérdidas por fricción en las tuberías y diferencia de nivel a lo largo de la tubería para la válvula más crítica

Tubería	Diámetro Interno (In)	Longitud (m)	Caudal (m ³ /h)	Velocidad (m/s)	Hf* (PSI)	Diferencia Altura (PSI)
Bomba – lote 1	4.15	130	49.0	1.5	13.2	9.3
Lote 1 -lote10	4.22	700	49.0	1.4	14.6	-9.3
Manifold lote 10,11	4.22	105	24.5	1.1	2.6	1.0

*Hf: Pérdida por fricción

Cuadro 16. Pérdidas por fricción de los accesorios en la tubería hasta la válvula más crítica

No.	Accesorios	Diámetro (In)	Caudal (m ³ /h)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Hf* (PSI)	Hf* (m) Total
3	Codo 45°	4.00	49.0	4.6	1.6	0.2	0.5
1	Codo 90°	4.00	49.0	1.9	1.6	0.1	0.1
1	Tee	4.00	49.0	12.2	1.6	0.5	0.5
	Total						0.6

*Hf: Pérdida por fricción

El paso de agua de la tubería secundaria al manifold de cada lote se hace a través de control de válvula, en el cual va instalada la válvula que permite paso o no del agua. Los cálculos del Cuadro 17 presentan las pérdidas por fricción de esta sección (Anexo 5).

Cuadro 17. Pérdidas del control de válvula

No.	Acesorios	Diametr o (In)	Caudal (m ³ /h)	Longitu d (m)	Velocida s (m/seg)	Hf PSI	Hf (m) Total
						0.8	
1	Válvula	2.00	24.5	3.00	3.28	9	0.89
						0.7	
2	Codo 90°	2.00	24.5	2.50	3.28	5	1.50
						0.4	
1	Tee	4.00	49.0	12.20	1.64	5	0.45
						0.6	
1	Tee	3.00	24.5	15.00	1.46	2	0.62
						1.3	
1	Tee	2.00	24.5	4.60	3.28	8	1.38
						0.1	
2	Reductores	3.00	49.0	1.00	2.92	6	0.32
						4.2	
	Total					5	4.84

La carga dinámica total incluye las pérdidas por fricción de las tuberías, accesorios robot de la válvula, filtros, diferencias de nivel así como presión de operación del sistema

Cuadro 18. Carga dinámica total

Carga Dinámica Total (PSI)						54.16
Altura Dinámica Succión						2.22
Altura Estática Succión						2.14
Tubería de succión						0.08
Hf tubería						0.04
Hf accesorios						0.04
Altura Dinámica Descarga						33.94
Bomba - lote 1						13.28
Hf tubería						3.91
Hf accesorios						0.07
Altura Estática						9.30
Lote 1 - lote10						12.19
Hf tubería						21.15
Hf accesorios						0.34
Altura Estática						-9.30
Manifold lote 10						8.47
Hf tubería						2.63
Hf Robot						4.84
Altura Estática						1.00
Estación de filtrado						8.00
Presión operación sistema						10.00

Descripción del sistema de riego

El diseño del sistema de riego está adaptado para sembrar maíz a doble hilera, frijol y caña de azúcar. Para el diseño se agruparon las texturas en dos grupos, uno donde predomina la arcilla que es de 9.6 ha y otro donde predomina la arena que representa 6.2 ha (Cuadro 3).

Para el riego por goteo se usará manguera con un caudal de 340 L/h en 100 m. En el área arenosa se diseñó con doble cinta para que el bulbo húmedo sea el adecuado para la plantación de maíz que se sembrará en doble hilera.

Además del área donde se realizó el diseño de riego existe 12.71 ha de terreno de alto potencial agrícola por lo que la tubería de conducción y la bomba están diseñadas para regar las dos áreas en el futuro. Para el diseño se tomó como referencia la caña de azúcar ya que es el cultivo que demanda más agua. El intervalo de riego es de 3 días, se trabajarán 2 válvulas por turno, las horas de riego por turno varía dependiendo la etapa del cultivo, así como la época de siembra. El tamaño de los lotes en el suelo arcilloso es de 1.06 ha y en el área arenosa es de 0.53 ha, el caudal de operación del sistema de riego es de 49 m³/h.

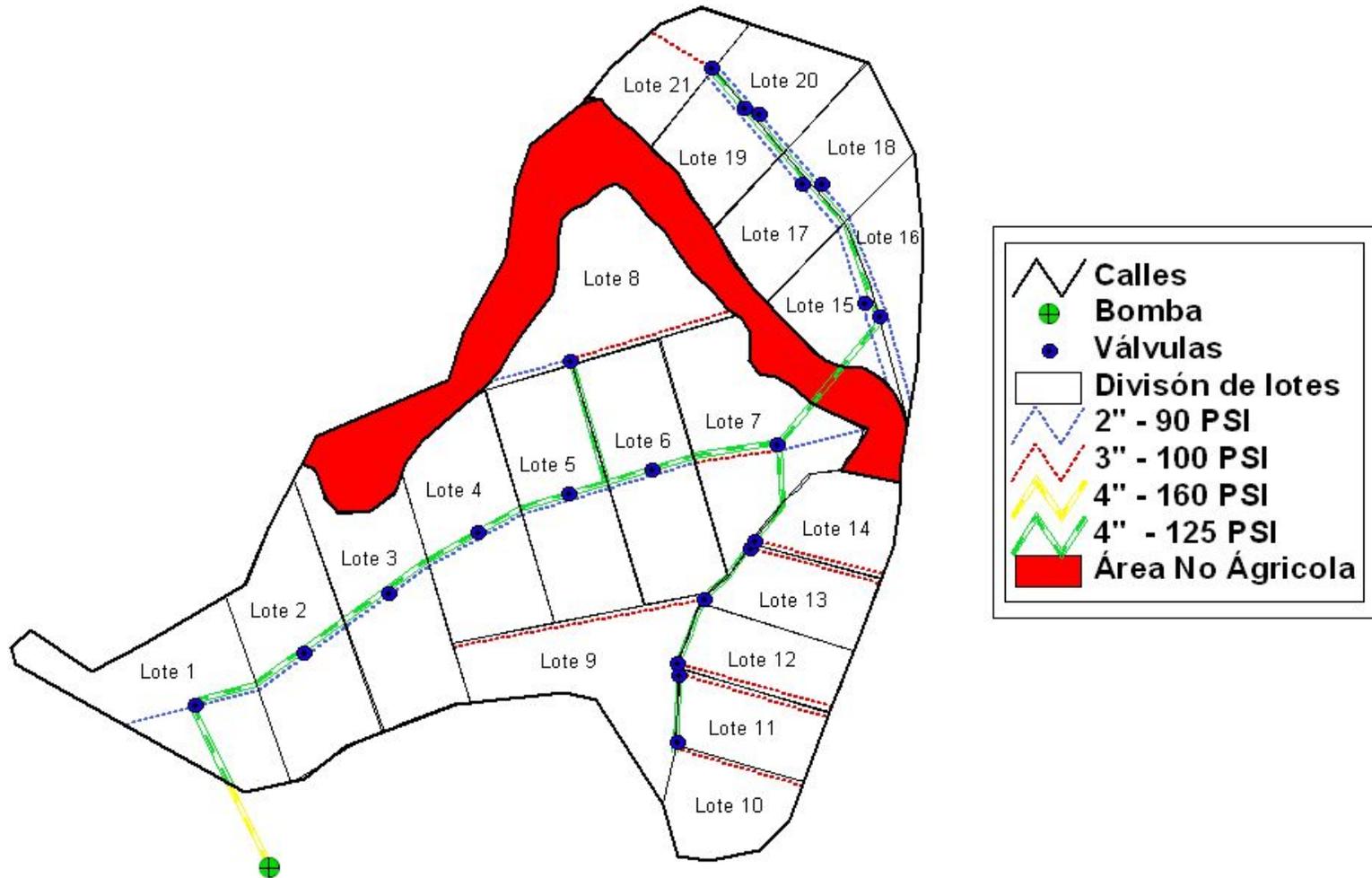
Cuadro 19. Descripción del funcionamiento del sistema de riego (Figura 1)

Turno	Válvula en funcionamiento	Día
1	1, 2	1
2	3, 4	1
3	5, 6	1
4	7, 8	2
5	9	2
6	10, 11	3
7	12, 13	3
8	14, 15	3
9	16, 17	3
10	18, 19	3
11	20, 21	3

Figura 1



Diseño del sistema de riego por goteo, El Llano



Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto se consideró una bomba de 23 Hp y se cotizaron todos los accesorios, tubería para la instalación del sistema de riego (Anexo 6).

Cuadro 20. Cálculo del presupuesto de la implementación del sistema de riego

Descripción	US \$
Tubería y accesorios	17987
Válvulas	2984
Bomba	7105
Casetas	1316
Zanjeo	4432
Mano de obra	1105
Total	34930

Análisis financiero

El análisis financiero fue realizado para cinco años para el cultivo de maíz y frijol. Para cada año se considero que la unidad producirá 3 ciclos; para el año uno se consideró dos ciclos de maíz y uno de frijol, para el año dos, dos ciclos de frijol y una de maíz y así sucesivamente hasta el año cinco (Cuadro 21)

Cuadro 21. Flujo de efectivo de El área del Llano

	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Inversión	-5000.00					
Ingresos		96,554.88	106,954.48	96,554.88	106,954.48	96,554.88
Costos		81,204.98	95,619.41	81,204.98	95,619.41	81,204.98
Depreciación		3,143.70	3,143.70	3,143.70	3,143.70	3,143.70
Utilidad Bruta		12,206.19	8,191.37	12,206.19	8,191.37	12,206.19
Amortización Capital		7,218.24	7,218.24	7,218.24	7,218.24	7,218.24
Valor residual (10%)						15,718.50
Utilidad Antes de Impuesto		4,987.95	973.13	4,987.95	973.13	20,706.45
Flujo neto efectivo	-5,000.00	4,987.95	973.13	4,987.95	973.13	20,706.45
VAN	17,796.41					
TIR	82%					

El costo del sistema de riego es de US \$ 34,930; para el flujo efectivo se tomó en cuenta que la unidad va a aportar US \$ 5,000 y el resto será obtenido por medio de un préstamo que será pagado en 5 años al 8% anual. La depreciación fue calculada con el método de línea recta, el valor de rescate es el 10 % del costo del sistema de riego, la tasa de descuento que se uso es de 8%.

CONCLUSIONES

- El área de El Llano es de 18.73 ha de las cuales 15.71 son de uso agrícola.
- Para el área de El Llano se uso un diseño de riego por goteo, que es el sistema que más se adapta a los cultivos a sembrar
- El costo del sistema de riego es de US \$ 34,930 el cual incluye los materiales y la instalación.
- La implementación del sistema de riego es factible ya que el proyecto presenta un VAN de US \$ 17,796.41 y una TIR 82 %
- Con la implementación del sistema de riego la unidad de granos y semillas podrá producir maíz y frijol en todo el año o la unidad de ganado de carne caña de azúcar para forraje.

RECOMENDACIONES

- En la instalación del sistema de riego se debe seguir el diseño, para evitar problemas en el funcionamiento del mismo.
- Realizar el diseño e instalación de las 12.7 ha de alto potencial agrícola en El Llano.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, F; López, L.2005. Manual de Apoyo Riego e Hidrométrica. Honduras. p 60-64

Castañón, C. 2000. Ingeniería del Riego, Utilización Racional del Agua. Madrid España, Paraninfo S.A. p 14-20

Doorembos y Pruitt. 1977. Las Necesidades de Agua de los Cultivos. Roma Italia, 322 p.

FAO, 2005. Uso del agua agrícola. (en línea). 26 ago 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0511sp2.htm>

FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de requerimientos de agua de los cultivos. (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>

Montenegro, A.; Bezerra, F. y De Lima, A.2004. Evapotranspiration and crop coefficients of papaya in the coastal region of Ceará state, Brazil. Engenharia Agrícola Journal. (En línea). 12 jun 2008. disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162004000200027&script=sci_arttext&tlng=pt.

NETAFIM. 2007. Características del riego por goteo. (En línea). 24 ago 2007. Disponible en: http://www.sugarcane crops.com/s/drip_irrigation/#1

Peterson, H; Thorne, D. 1963. Técnica de Riego, Fertilidad y Explotación de los Suelos. México D.F, Continental, S.A.

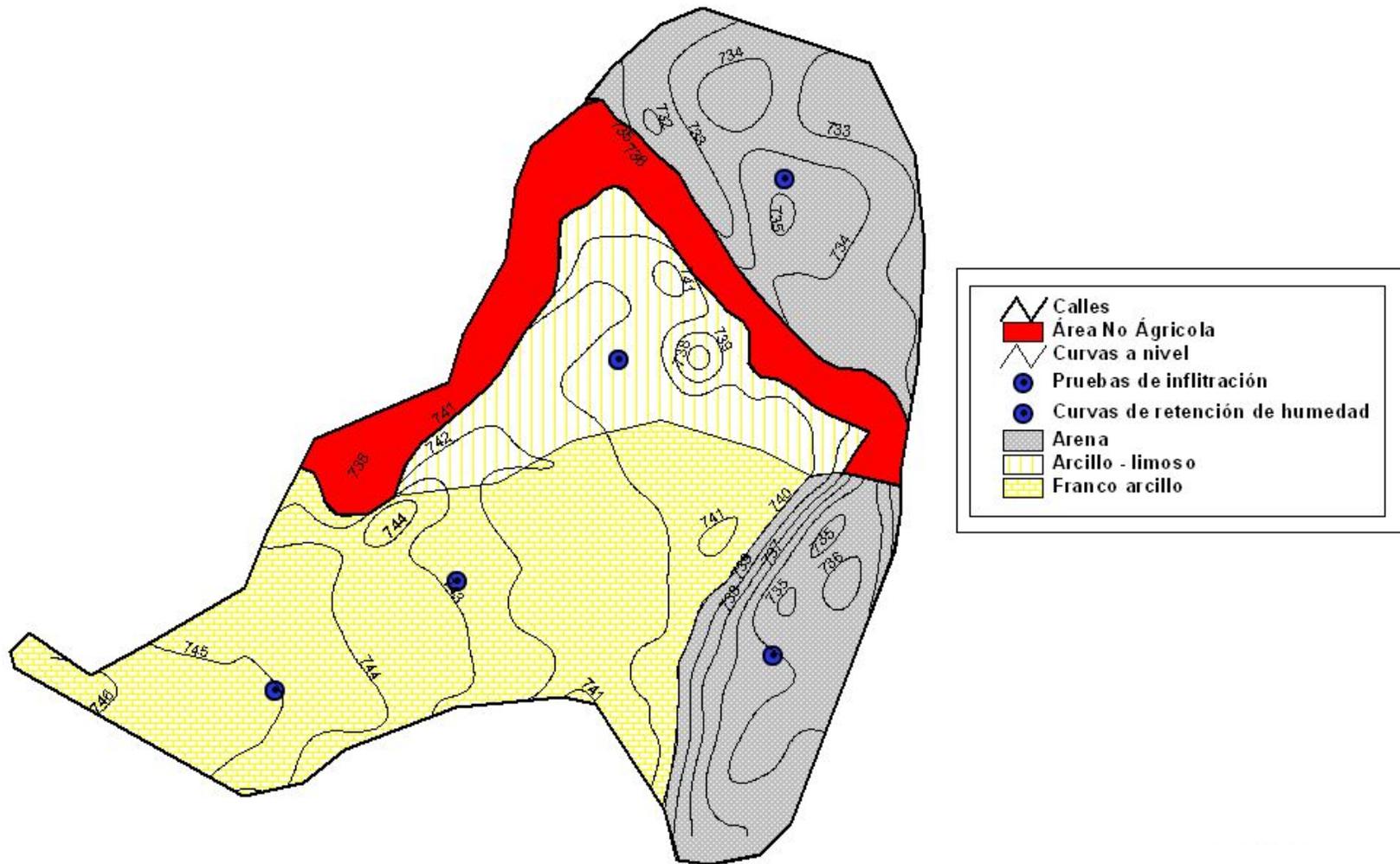
Zimmerman J. 1970. El Riego. México D.F. Continental S.A.

ANEXOS

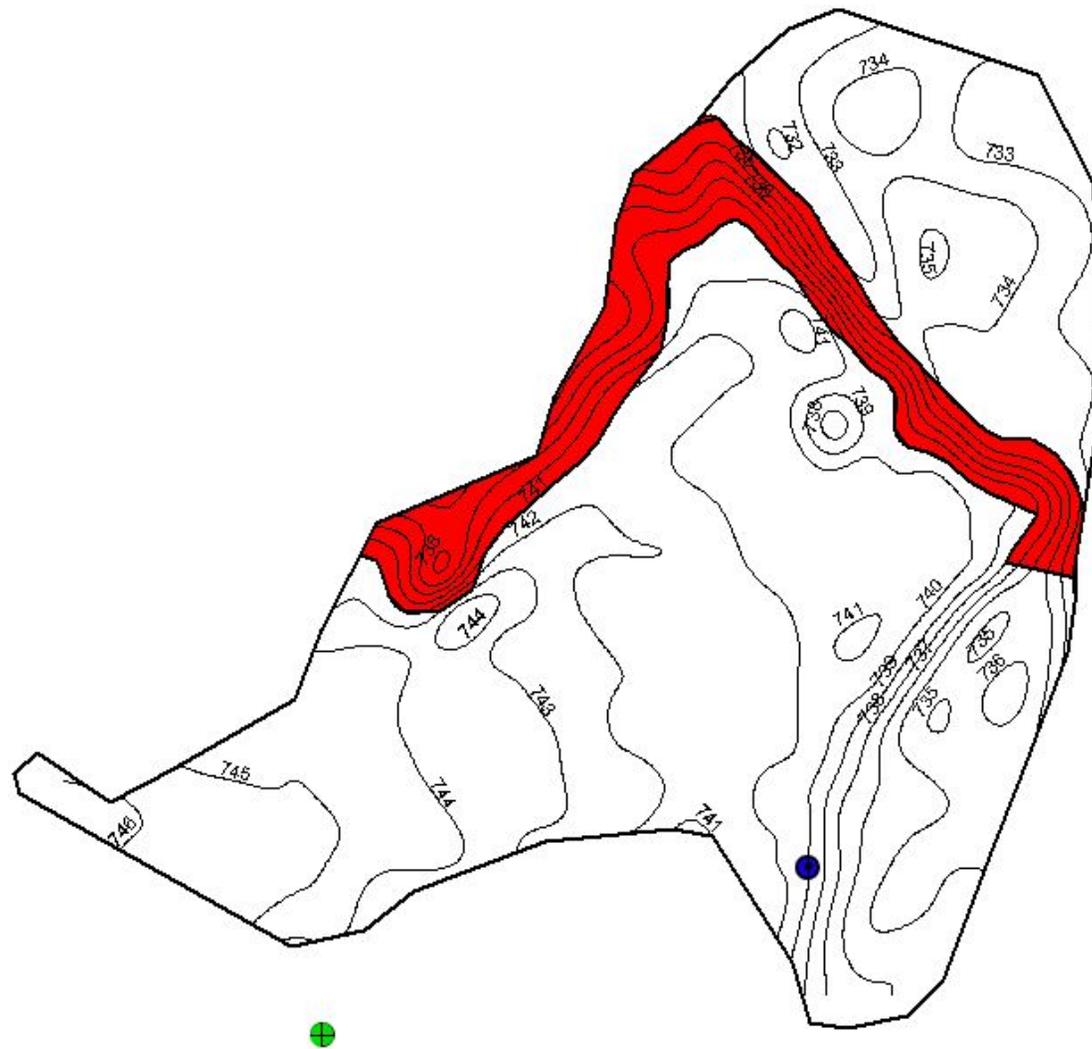
Anexo 1. Ubicación del área de El Llano



Anexo 2: Mapa de texturas; Localización de las pruebas de infiltración y puntos de extracción de muestras para las curvas de retención de humedad



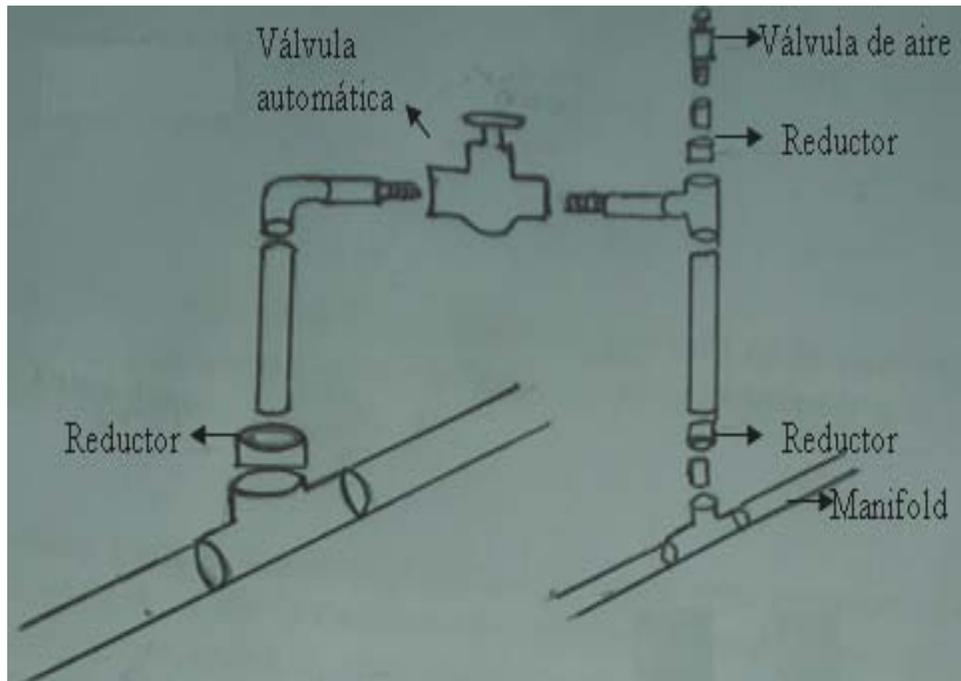
Anexo 3: Curvas a nivel del área de El Llano



Anexo 4. Pérdidas por fricción del sistema de riego y presión en cada una de las válvulas

Tramo	Diferencia cota altimétrica (m)			Tubería		Fricción (psi)			Carga (psi)	Hf total	Hf/turno	CDT	Presión Válvula
	Cota Inicial	Cota Final	Equiv PSI	Diam Int	Long	Q (m3/h)	hf/L	Vel(m/s)	hf + altura	psi			
Bomba - Lote 1	739.0	745.5	9.3	4.22	130	38.7	3.91	1.51	13.2	13.2		54.2	28.42
Lote 1	745.5	745.5	-	4.22	-	49.0	0.00	1.51	0.0	13.2	12.5	54.2	28.42
Lote 1 - lote 2	745.5	744.5	-1.4	4.22	88.0	24.5	0.74	0.75	-0.7	-0.7		54.2	42.31
Lote 1 - lote 3	745.5	743.5	-2.9	4.22	160.0	49.0	4.80	1.51	2.0	15.2	14.4	54.2	39.80
Lote 3 - lote 4	743.5	742.5	-1.4	4.22	75.0	24.5	0.63	0.75	-0.8	-0.8		54.2	42.42
Lote 1 - lote 5	745.5	741.5	-5.7	4.22	305.0	49.0	9.22	1.51	3.5	16.7	16.5	54.2	24.92
Lote 5- lote 6	741.5	741.0	-0.7	4.22	65.0	24.5	0.54	0.75	-0.2	-0.2		54.2	41.79
Lote 1 - lote 7	745.5	740.0	-7.9	4.22	460.0	49.0	13.90	1.51	6.0	19.2	21.0	54.2	22.38
Lote 7 - lote 8	740.0	741.0	1.4	4.22	40.0	24.5	0.33	0.75	1.8	1.8		54.2	39.86
Lote 1 - lote 9	745.5	739.0	-9.3	4.22	590.0	49.0	17.83	1.51	8.5	21.7	21.7	54.2	19.88
Lote 1 - lote 10	745.5	739.0	-9.3	4.22	700.0	49.0	21.15	1.51	11.9	25.1	25.5	54.2	16.55
Lote 10 - lote 11	739.0	739.0	-	4.22	55.0	24.5	0.46	0.75	0.5	0.5		54.2	41.16
Lote 1 - lote 12	745.5	739.0	-9.3	4.22	645.0	49.0	19.49	1.51	10.2	23.4	24.3	54.2	18.21
Lote 12 - lote 13	739.0	739.0	-	4.22	105.0	24.5	0.88	0.75	0.9	0.9		54.2	40.74
Lote 1 - lote 14	745.5	739.0	-9.3	4.22	645.0	49.0	19.49	1.51	10.2	23.4	15.9	54.2	18.21
Lote 14 - lote 15	739.0	733.5	-7.9	4.22	45.0	24.5	0.38	0.75	-7.5	-7.5		54.2	49.10
Lote 1 - lote 16	745.5	733.5	-17.1	4.22	585.0	49.0	17.68	1.51	0.5	13.7	16.0	54.2	27.88
Lote 16 - lote 17	733.5	734.5	1.4	4.22	100.0	24.5	0.84	0.75	2.3	2.3		54.2	39.35
Lote 1 - lote 18	745.5	734.5	-15.7	4.22	585.0	49.0	17.68	1.51	2.0	15.2	15.0	54.2	26.46
Lote 18 - lote 19	734.5	734.0	-0.7	4.22	65.0	24.5	0.54	0.75	-0.2	-0.2		54.2	41.79
Lote 1 - lote 20	745.5	734.0	-16.4	4.22	750.0	49.0	22.66	1.51	6.2	19.4	19.8	54.2	22.18
Lote 20 - lote 21	734.0	734.0	-	4.22	40.0	24.5	0.33	0.75	0.3	0.3		54.2	41.29

Anexo 5. Control de válvula



Anexo 6. Cotización de los materiales para la instalación del sistema de riego



AMANCO HONDURAS
Edificio IPM, Boulevard Centroamérica, Junto a Banco del País, Tegucigalpa MDC, Honduras CA.
Tel. 239-6006, Fax: 239-5050
email: sciente@amanco.com

COTIZACION

No. Z8 - AL - - 10 - 08 -
Fecha: Miércoles, 08 de Octubre de 2008

Cliente:	Escuela Agrícola Panamericana
Atención:	Francisco Alvarez
Proyecto:	
Tel/Fax:	776-6140
Dirección:	Valle Del Yeguaré, EL ZAMORANO
email:	
Exento del ISV	SI

Emittir el Pago y Orden de Compra a Nombre de:

CODIGO	CANTIDAD	UND.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	TIPO	P.U.	TOTAL
	11	Unidad	TUBO DE 4" 160 PSI		L. 483.06	L. 5,313.66
	197	Unidad	TUBO DE 4" 125 PSI		L. 389.95	L. 76,828.03
	1	Unidad	TUBO DE 3" 160 PSI		L. 304.96	L. 304.96
	159	Unidad	TUBO DE 3" 100 PSI		L. 194.64	L. 30,947.76
	1	Unidad	TUBO DE 2" 160 PSI		L. 134.13	L. 134.13
	192	Unidad	TUBO DE 2" 100 PSI		L. 90.24	L. 17,326.08
	1	Unidad	CODO DE 4" 90° PVC		L. 153.86	L. 153.86
	7	Unidad	CODO DE 3" 90° PVC		L. 90.29	L. 632.03
	21	Unidad	CODO DE 2" 90° PVC		L. 18.13	L. 380.73
	6	Unidad	CODO DE 4" 45° PVC		L. 114.40	L. 686.40
	16	Unidad	CODO DE 3" 45° PVC		L. 68.90	L. 1,102.40
	26	Unidad	CODO DE 2" 45° PVC		L. 21.45	L. 557.70
	22	Unidad	TEE DE 4" PVC		L. 285.22	L. 6,274.84
	2	Unidad	TEE DE 3" PVC		L. 133.58	L. 267.16
	33	Unidad	TEE DE 2" PVC		L. 22.36	L. 737.88
	16	Unidad	ADAPTADOR MACHO DE 3" PVC		L. 28.93	L. 462.88
	68	Unidad	ADAPTADOR MACHO DE 2" PVC		L. 11.05	L. 751.40
	16	Unidad	ADAPTADOR HEMBRA DE 3" PVC		L. 57.85	L. 925.60
	68	Unidad	ADAPTADOR HEMBRA DE 2" PVC		L. 13.00	L. 884.00
	21	Unidad	REDUCTOR DE 2" A 1" PVC		L. 9.49	L. 199.29
	4	Unidad	REDUCTOR DE 3" A 2" PVC		L. 61.10	L. 244.40
	1	Unidad	REDUCTOR DE 4" A 2" PVC		L. 61.10	L. 61.10
	3	Unidad	TAPONES HEMBRA CON ROSCA DE 4" PVC		L. 77.70	L. 233.10
	16	Unidad	TAPONES HEMBRA CON ROSCA DE 3" PVC		L. 46.62	L. 745.92
	26	Unidad	TAPONES HEMBRA CON ROSCA DE 2" PVC		L. 8.54	L. 222.04
	1	Unidad	TAPONES HEMBRA SIN ROSCA DE 4" PVC		L. 72.15	L. 72.15
	1	Unidad	TAPONES HEMBRA SIN ROSCA DE 3" PVC		L. 43.29	L. 43.29
	1	Unidad	TAPONES HEMBRA SIN ROSCA DE 2" PVC		L. 7.93	L. 7.93
	21	Unidad	VÁLVULA DE AIRE DE 1"		L. 246.50	L. 5,176.50
	2	Unidad	MANOMETRO DE 0-100 PSI		L. 382.50	L. 765.00
	1,500	Unidad	CONECTORES INICIALES PARA MANGUERA DE GOTEO 16MM		L. 3.40	L. 5,100.00
	35	Unidad	ROLLO DE MANGUERA T-TAPE 505-15-340, 340 LITROS/HORA EN 100 M (3048 mts)		L. 3,980.00	L. 139,300.00
	1	Unidad	INYECTOR VENTURY 1"		L. 3,360.00	L. 3,360.00
	1	Unidad	FILTRO DE ARENA PARA 210 GPM, 36"		L. 26,250.00	L. 26,250.00
	1,500	Unidad	CONECTORES DE TUBING A CINTA		L. 3.57	L. 5,355.00
		Unidad			L. -	L. -
		Unidad			L. -	L. -
		Unidad			L. -	L. -
		Unidad			L. -	L. -
		Unidad			L. -	L. -
		Unidad			L. -	L. -
TIEMPO DE ENTREGA				TERMINOS DE PAGO	DURACION OFERTA	SUB-TOTAL L. 331,807.22
PRODUCTOS ABC		DIAS				ISV 12% L. -
PRODUCTOS MTO		DIAS	Crédito 30 días	5 días		FLETE L. 8,864.22
						TOTAL L. 341,781.44

Tiempos de Entrega:

Nuestro tiempo de entrega oscila entre 3 a 7 días para los productos tipo ABC que depende de la ubicación geográfica de la entrega, tipo de producto y monto de la orden, en el caso de los productos MTO este tiempo será negociado con el cliente previo la aceptación de la oferta; si por razones ajenas a Amanco Honduras o de fuerza mayor no se pudiese cumplir con la fecha de entrega pactada, esta podrá ser ampliada previa notificación y acuerdo con el cliente.

Preios de Venta

Los precios en esta cotización incluyen el valor del producto, costo del transporte y descarga del producto, en el destino estipulado, siempre y cuando este se lleve a cabo dentro del territorio nacional y que este sea accesible con la unidad de transporte requerido.

Terminos de Venta Productos Tipo MTO

Amanco Honduras, proveerá al cliente en base a las medidas y especificaciones detalladas en esta cotización, por ningún motivo se aceptarán cancelaciones, modificaciones en los productos detallados como MTO. En caso extremo se aceptarán pero con un recargo al cliente del 30% por concepto de manejo y almacenaje.

Terminos de Pago:

En el caso de los clientes de cartera se regirá por el plazo de crédito previamente aprobado, para ventas a clientes particulares el mismo se negociará con el cliente.

Anexo 7. Costos e ingresos del cultivo de maíz

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/ UNIDAD	COSTO/ Ha	COSTO TOTAL 15.83 Ha
<u>Maquinaria</u>				11,088.02	174,414.62
Chapeo	Hora	1.43	611.83	874.04	13,748.72
Arado	Hora	0.00	777.30	0.00	0.00
Rastra pesada	Hora	1.33	777.30	1,036.40	16,302.51
Rastra liviana	Hora	1.25	823.34	1,029.17	16,188.89
Siembra	Hora	1.11	664.42	738.24	11,612.53
Aplicación Herbicida	Hora	1.11	591.99	657.77	10,346.67
Aplicación Insecticida (2)	Hora	2.22	599.28	1,331.74	20,948.24
Aplicación foliar	Hora	0.00	591.99	0.00	0.00
Cultivada	Hora	1.11	617.21	685.79	10,787.41
Acarreo de Cosecha	Hora	0.00	587.27	0.00	0.00
Acarreo de Agua	Hora	1.00	583.26	583.26	9,174.72
Riego	Hora	6.72	617.80	4,151.62	65,304.92
<u>Insumos</u>				12,003.70	188,818.27
Semilla básica	Lb	50.00	15.20	760.00	11,954.80
18-46-0	QQ	4.00	1,150.00	4,600.00	72,358.00
Urea	QQ	4.00	710.00	2,840.00	44,673.20
Bayfolan	QQ	2.00	140.00	280.00	4,404.40
Lasso	Lt	2.00	336.00	672.00	10,570.56
Gesaprim	Lb	2.50	68.10	170.25	2,678.03
Roundup Max	Kg	0.00	567.00	0.00	0.00
Gaicho	Gr	113.64	6.89	782.95	12,315.88
Karate Zeon	Lt	1.50	329.00	493.50	7,762.76
Match	Lt	0.00	2,100.00	0.00	0.00
Adherente	Lt	1.00	85.00	85.00	1,337.05
Volaton 5 G	Kg	40.00	33.00	1,320.00	20,763.60
<u>Mano de Obra</u>				3,800.00	59,774.00
Permanentes	Horas	19.00	200.00	3,800.00	59,774.00
<u>Procesamiento/QQ (Maiz)</u>				0.00	0.00
<u>Otros (Costo Indirecto)</u>				0.00	0.00
<u>Resumen Económico/Ha</u>					
Costo/Ha				26,891.73	423,006.89
Producción QQ/Ha	en campo	170.00	En planta	90.10	1,417.27
	Perdida de				
Costo/QQ	proceso	53%		298.47	4,694.86
Precio/QQ	47			385.00	6,056.05
Ingreso Bruto/Ha				34,688.50	545,650.11
Ingreso Neto/Ha				7,796.77	122,643.21
<u>Punto de Equilibrio</u>					
Costo/Ha				26,891.73	423,006.89
Precio/QQ				385.00	6,056.05
P.E. (QQ/Ha) y Lps/QQ	en campo	131.79	Q	L/QQ	298.47
Rentabilidad %				29%	29%

Anexo 8: Costos e ingresos del cultivo de frijol

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo/Unidad	Costo/ha	Costo total
Maquinaria				20,919.76	329,067.77
Chapeo	Hora	1.43	597.47	853.52	13,425.91
Arada	Hora	2.22	797.29	1,771.76	27,869.85
Rastra pesada	Hora	1.25	777.30	971.62	15,283.61
Rastra liviana	Hora	1.25	823.34	1,029.17	16,188.89
Siembra	Hora	1.11	664.42	738.24	11,612.53
Aplicación Herbicida	Hora	1.11	591.99	657.77	10,346.67
Aplicación Insecticida (3)	Hora	1.11	599.28	665.87	10,474.12
Aplicación foliar	Hora	1.11	591.99	657.77	10,346.67
Cultivada	Hora	0.00	617.21	0.00	0.00
Desgrane Mecánico	Hora	1.00	446.40	446.40	7,021.85
Acarreo de Agua (4)	Hora	1.00	450.38	450.38	7,084.43
Riego	Hora	20.52	617.80	12,677.26	199,413.24
Insumos				18,157.91	285,623.91
Semilla básica	Lb	100.00	23.75	2,375.00	37,358.75
18-46-0	QQ	4.00	1,150.00	4,600.00	72,358.00
Urea	QQ	3.00	710.00	2,130.00	33,504.90
Bayfolan	QQ	2.00	140.00	280.00	4,404.40
Flex	Lt	2.00	572.00	1,144.00	17,995.12
Fusilade	Lt	2.00	555.00	1,110.00	17,460.30
Basagran	Lt	1.70	530.00	901.00	14,172.73
Gaucha	Gr	227.27	6.89	1,565.91	24,631.75
Lorsban 48 EC	Lt	1.50	278.00	417.00	6,559.41
Match	Lt	0.80	2,100.00	1,680.00	26,426.40
Adherente	Lt	1.00	85.00	85.00	1,337.05
Mancozeb	Gr	10.00	187.00	1,870.00	29,415.10
Mano de Obra				5,225.00	82,189.25
Permanentes	Horas	19.00	275.00	5,225.00	82,189.25
Procesamiento QQ/Ha				0.00	0.00
Otros (Costo Indirecto)	QQ		0.00	0.00	0.00
Resumen Económico/Ha					0.00
Costo/Ha				44,302.67	696,880.93
Producción QQ/Ha	en campo	43.75		35.00	550.55
	Perdida de				
Costo/qq	proceso	80%		1,265.79	19,910.88
Precio/qq	12.00%			1,350.00	21,235.50
Ingreso Bruto/Ha				47,250.00	743,242.50
Ingreso Neto/Ha				2,947.33	46,361.57
Punto de Equilibrio					
Costo/Ha				44,302.67	696,880.93
Precio/qq				1,350.00	21,235.50
P.E. (QQ/Ha)	en campo	41.02	QQ	L/qq	1,265.79
Rentabilidad %				7%	7%

