

# **CEFE-FARM: La plataforma para el portafolio óptimo de cultivos para el pequeño agricultor en Perú**

**Álvaro Adrián Félix Gallegos**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO  
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

# **CEFE-FARM: La plataforma para el portafolio óptimo de cultivos para el pequeño agricultor en Perú**

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

Presentado por

**Álvaro Adrián Félix Gallegos**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2015

# **CEFE-FARM: La plataforma para el portafolio óptimo de cultivos para el pequeño agricultor en Perú**

Presentado por:

Álvaro Adrián Félix Gallegos

Aprobado:

---

Ernesto Gallo Olmos, M.Sc. M.B.A.  
Asesor principal

---

Rommel Reconco, M.A.E., M.F.  
Director  
Departamento de Ingeniería en  
Agronegocios

---

Luis Peña Lévano, M.Sc.  
Asesor Externo

---

Raúl Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

## **CEFE-FARM: Plataforma para el portafolio óptimo de cultivos para el pequeño agricultor en Perú.**

**Álvaro Adrián Félix Gallegos**

**Resumen.** En Perú la agricultura representa una porción significativa del producto interno bruto (10% PIB en el 2010) y es considerado como el sustento para 2.3 millones de familia en todo el país. La agricultura es desarrollada principalmente por pequeños agricultores. Ellos enfrentan diversos retos para subsistir como: limitada educación superior, altos costos de producción y no cuentan con paquetes estadísticos que pudieran ayudarles a realizar análisis financieros. Tomando en consideración estas limitaciones, el proyecto tiene el objetivo brindar un paquete estadístico que apoye al pequeño agricultor en la toma de decisiones sobre lo que deberían sembrar. Asimismo el proyecto se ha enfocado a ser práctico de utilizar y toma en consideraciones los mayores cultivos del país. La metodología se basa en principios financieros y programación lineal para la optimización de recursos con la función de elegir los cultivos más factibles y rentables para el agricultor. El asesor financiero CEFE-FARM está diseñado con herramientas en Microsoft Excel®. Adicionalmente, se propone el procedimiento general para su implementación práctica en campo y los cooperadores necesarios para poder llevar a cabo exitosamente el programa de extensión.

**Palabras clave:** Finanzas, pequeño agricultor, PYMES.

**Abstract.** In Peru, the agriculture represents a significant share of the gross domestic product (around 10% of GDP in 2010) and it is considered the main source of income for 2.3 million of families in the country. The agriculture is mainly practiced by small farmers. However, they face several challenges in order to plan their decisions: limited education, high cost of production and generally they do not count with a sophisticated software for financial analyses. Taking in consideration all these limitations, our project has as objective to provide a software that can help to the small farmer to take better decisions about what crops to grow in their farms. Likewise, the project is focused to be user friendly and takes in consideration the most important crops of the country. The methodology is based on financial principles and linear programming in order to optimize the farmer resources and obtain the most efficient crop mix that could maximize profits. The software CEFE-FARM is designed using Excel tools and under the platform of Macromedia in order to make it easier to use and to distribute. Additionally, we propose the general procedure for the extension program in order to implement the project in practice.

**Key words:** Finance, PYMES, small farmers.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Contenido .....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>26</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

### Cuadros Página

1. Esquema de costos directos de producción por cada cultivo por hectárea ..... 5
2. Ejemplo de valor neto contable de producción de maíz (análisis contable)..... 8

### Figuras Página

1. Descripción del procedimiento de la operación del proyecto ..... 3
2. Ejemplo de costos totales de producción de maíz (análisis contable)..... 7
3. Ventana de inicio de la plataforma CEFE-FARM ..... 12
4. Ventana de selección de localización del agricultor requerido por la plataforma CEFE-FARM..... 12
5. Ventana de selección si es agricultor o cooperativa requerida por la plataforma .. 13
6. Ventana de inicio de especificaciones técnicas del productor..... 13
7. Ventana de selección de financiamiento ..... 14
8. Ventana de generación de reporte de la plataforma CEFE-FARM. .... 14
9. Ejemplo del reporte de la plataforma CEFE-FARM..... 15
10. Resumen del reporte de hectáreas a sembrar..... 16
11. Resumen de reporte de capital..... 17
12. Organización del Equipo ..... 19
13. Conjunto de actividades por periodo para el programa de extensión..... 20

### Anexos Página

1. Modelo de costos de Producción Maiz..... 27

# 1. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, la agricultura representa una porción del Producto Interno Bruto (PIB) de la gran mayoría de los países. En el 2014, la participación se encontró entre 7%-22% en esta región, comparada a solo 1.3% PIB en los Estados Unidos (Banco Mundial, 2015). Entre las razones de esta diferencia se encuentran:

- El porcentaje de personas que viven en zonas rurales
- La disponibilidad de recursos naturales que favorecen la producción agrícola
- El nivel de desarrollo del país, en el cual, de acuerdo al Banco Mundial, la mayoría de las naciones latinas son clasificadas como países en vías de desarrollo.

Con respecto a Perú, una de las economías en crecimiento más prominentes en ese sector continental, la agricultura es fuente principal de ingresos de 2.3 millones de familias que representan el 34% de los hogares peruanos; generando aproximadamente el 7.6% del PIB. (SIEA, 2015)

En los últimos años, la agricultura ha mostrado gran dinamismo, promovida por el desarrollo de la agro-exportación (la cual creció a un ritmo de 14.5% anual desde el año 2000). Sin embargo, la agricultura ha crecido a un ritmo menor que la producción total nacional (3.74% frente a un 4.4% del total de la economía), lo que ha devenido en una reducción de su participación relativa.

La producción agrícola se desarrolla en 2.5 millones de hectáreas, de las cuales el 84% se dedica a la producción de cultivos transitorios y el restante a frutales. Los principales productos agrícolas peruanos son el arroz (19%), maíz amarillo duro (14%), papa (13%), maíz amiláceo (10%), trigo (7.5%), cebada grano (7.4%), entre otros (FAOSTAT 2015). Es importante mencionar que la situación es similar en los diversos países latinoamericanos.

Los pequeños y medianos agricultores (conocidos como mi PYMES en Perú) asociados AGROKLINGE S.A (una de las empresas de la corporación Tecnología Química y Comercio, la cual se dedica a la venta de toda la línea nutricional de Innovak Global con los productos carboxy y también semillas certificadas de los principales cultivos en Perú) enfrentan retos para poder mantener y/o incrementar la ganancia neta, especialmente debido a la falta de conocimiento y habilidades en análisis financiero. Generalmente, la decisión de siembra es basada en experiencias pasadas de vecinos y ancestros, por lo que no toman en cuenta otras alternativas nuevas que podrían ser atractivas para ellos.

En Latinoamérica, muchos países han mostrado una reducción en precios de materias primas agrícolas mientras que debido a la apreciación del dólar ha llevado a la alza de costos de producción, especialmente de fertilizantes y otras materias primas importadas. Esto intensifica la situación que tienen que atravesar los agricultores.

Como consecuencia el 30% de los pequeños agricultores (mayores a 1 ha) han optado por vender sus tierras o migrar a zonas urbanas ya que sus ingresos han sido inadecuados para poder cubrir el costo de oportunidad de mantenerse en producción para subsistir<sup>1</sup>. Otro problema a considerar es nivel de educación en las zonas rurales del país, ya que muchos agricultores no recibieron estudios superiores, lo cual se convierte en una limitante ya que no les permite analizar planes financieros más elaborados ni considerar opciones que les permitiría optimizar sus recursos.

Entre los objetivos tenemos:

- Diseñar una plataforma virtual que realice análisis de rentabilidad, de los potenciales cultivos a producir por los pequeños agricultores asociados a AGROKLINGE.
- Proponer un portafolio óptimo de cultivos que maximice el margen de los productores de capital, mano de obra y terreno.
- Crear una plataforma que brinde reportes de análisis técnicos de los cultivos económicamente factibles a sembrar.
- Diseñar modelos de costos por cultivos en los cuales se defina la inversión a realizar por cada proyecto de siembra.

La presente investigación pretende establecer una plataforma virtual que brinde asesoramiento técnico y financiero para los proyectos de siembra óptima de los medianos y pequeños agricultores asociados a AGROKLINGE S.A. Esta plataforma virtual brindara modelos de costos de producción, análisis económicos de portafolios óptimo de cultivos, los cuales servirán de base para la programación lineal (efectuado por el programa) para determinar el cultivo que maximice las ganancias de la inversión realizada.

En la actualidad no existen programas enfocados a los análisis financieros regionales, en el país, lo cual aumenta la dificultad del análisis para el agricultor ya que no cuenta con una herramienta para la toma de decisiones. Por lo que el proyecto CEFÉ-FARM brindará una plataforma, con informes de salida asequibles de interpretar y gratuito para los pequeños agricultores de Perú.

Este proyecto de investigación se realizó en colaboración simultánea del Dr. Escalante, de la Universidad de Georgia; Luis Peña Lévano, de la Universidad de Purdue, Ernesto Gallo, de la Universidad de Zamorano y la empresa peruana AGROKLINGE S.A. con el fin de ayudar a los pequeños y medianos agricultores.

---

<sup>1</sup> Olaechea, J.2015.Planeación Estratégica AGROKLINGE e INNOVAK GLOBAL. Perú. Corporación Tecnología Química y Comercio. Comunicación personal.

## 2. METODOLOGÍA

### CEFE – FARM

El paquete estadístico CEFE-FARM es un proyecto que implementa una combinación de flujos financieros y programación lineal. El procedimiento es interno por lo que el agricultor no requeriría de tener estudios económicos o financieros para poder utilizarlo. El análisis financiero es hecho con el objetivo de poder analizar cada uno de los potenciales cultivos en Perú. La programación lineal es realizada para poder escoger la combinación de cultivos de acuerdo a la rentabilidad obtenida en el análisis y los materiales (tierra, capital/maquinaria, mano de obra) que posee el agricultor.

Existen dos tipos de datos colectados:

- Concierne a los datos de materia prima, producción de cultivos y costos, colocados en una matriz por región por el autor de la presente investigación y la empresa AGROKLINGE S.A.
- Datos utilizados para la programación lineal, tales como las restricciones de materiales, es obtenido directamente de los agricultores mediante el uso de una encuesta realizada con el software Macromedia Flash.

Los datos son introducidos a la plataforma virtual, la cual forma parte de una herramienta automática de Microsoft Excel®. Posteriormente los resultados son guardados y presentados en el ambiente de Macromedia Flash. El informe es enviado vía email en formato PDF (Portable Document Format). (Figura 1)



Figura 1. Descripción del procedimiento de la operación del proyecto

Fuente: Presentación final de la competencia anual de proyectos de extensión de la Asociación de Economía Aplicada y Agrícola (AAEA), 2015

**Toma de datos:** La recopilación de la información y documentación para el software fue facilitada directamente por AGROKLINGE y los agricultores de la macro zona Lima-Huaral. Los agricultores brindaron información detallada acerca de los rendimientos obtenidos durante los últimos cinco años, precio de venta, y costos de producción incurridos durante el proceso de producción por cultivo.

La empresa AGROKLINGE S.A. dio información acerca de los costos incurridos por los agricultores en la adquisición de los paquetes agrícolas (semillas, fertilizantes y agroquímicos), y el porcentaje de merma permitido durante los últimos cinco años.

**Tabulación de datos:** Se recolectó la documentación física de cada uno de los ingenieros de campo que laboran dentro de la macro zona Lima-Huaral y posteriormente la información fue digitalizada para hacerla disponible en línea. Los datos se registraron en tablas dentro del programa Microsoft Excel®, separadas por cultivo con un registro histórico durante los últimos cinco años de producción.

**Modelo de los costos de producción:** En el proyecto se diseñaron 15 modelos de costos de producción de los cultivos: maíz, ajo, apio, arroz, camote, cebolla, frijol, lechuga, olluco, papa, quinua, tomate, trigo, yuca, zanahoria.

El costo mide el sacrificio económico en el que se haya incurrido para obtener un bien o un servicio, es todo desembolso de dinero (o su equivalente) para lograr una meta (Rayburn 1999).

Los costos tienen patrones de comportamiento, el cual puede ser monitoreado una vez registrado a través de un sistema de costeo. Un costo variable cambia de acuerdo al nivel de producción. Un costo fijo permanece sin cambios, aunque se registren cambios profundos en el grado relacionado al nivel de producción (Horngren et al. 2002:30). “La contabilidad de costos identifica, define, mide, reporta y analiza los diversos elementos de los costos directos e indirectos asociados con la producción y la comercialización de bienes y servicios. También mide el desempeño, la calidad de los productos y la productividad” (Rayburn 1999). Con esta finalidad se elaboró un sistema de costeo para identificar los costos directos e indirectos de los agricultores por cada cultivo.

**Costos directos:** Los costos directos (costos fijos) considerados en el estudio (Cuadro 1) son:

- Mano de obra: Preparación de terreno, siembra, abonamiento, labores culturales, control fito sanitario y cosecha.
- Maquinaria agrícola: aradura, rastra, surcado y desgranadora.
- Insumos: Semilla, fertilizantes y pesticidas.

Cuadro 1. Esquema de costos directos de producción por cada cultivo por hectárea

<b>Actividad</b>	<b>Semana</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Valor Unitario (S/.)</b>	<b>Costo Total (S/.)</b>
I.- Costos Directos				
A. Gastos De Cultivo				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
1.2 Siembra o transplante				
1.3 Abonamiento				
1.4 Labores Culturales				
1.5 Control Fitosanitario				
1.6 Cosecha				
Sub-Total De Mano De Obra				
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura				
2.2 Rastra				
2.3 Surcado				
2.4 Desgranadora				
Sub-Total De Maquinaria Agricola				
3. Insumos:				
3.1 Semilla o plantula				
3.2 Fertilizantes (160-90-100)				
3.3 Pesticidas				
Sub-Total De Insumos				
B. Gastos Generales				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				
Sub-Total De Gastos Generales				
<b>Total de Costos directos</b>				

El modelo de costos de producción está dado en el caso de mano de obra por todas las actividades realizadas para la producción de un cultivo determinado las cuales están sujetas a la cantidad de horas hombre (mano de obra por hectárea) que se utilizaron para llevar a cabo dicha labor cultural.

Con respecto a la maquinaria agrícola, se tomó en cuenta la cantidad de horas de maquinarias requeridas para una determinada labor, llámese arado, surcado y desgranado. En cuanto a insumos se determinaron la cantidad óptima y necesaria de semillas, fertilizantes, agroquímicos y pesticidas.

El modelo de costos está sujeto a cambios o actualizaciones periódicas de precios y cantidades estimadas para el uso de dichos cultivos, así como también se pueden presentar otros gastos o imprevistos que no pueden ser registrados de manera periódica o fija.

**Costos indirectos:** Los costos indirectos (costos variables) fueron proporcionados por la entidad AGROBANCO<sup>2</sup>. La tasa financiera fue estimada a ser 1.92% mensual, en base al total de costos directos.

**Análisis Económico-Financiero:** En el análisis y elaboración de los flujos de caja se tomaron en cuenta indicadores financieros y económicos como herramientas para facilitar el cálculo de los resultados dados a los pequeños y medianos agricultores de la zona Lima-Huaral. Estos indicadores permiten estudiar si un cultivo es o no es rentable según las variables a considerar por el CEFE-FARM.

- Valor bruto de producción (Ganancia bruta por hectárea)

$$VB_i = P_i \times Q_i \quad [1]$$

Dónde:

VB<sub>i</sub> = Valor bruto del cultivo i (\$/ha)

P = Precio por kilogramo (\$/kg)

Q = Productividad (kg/ha)

i = Cultivo i: maíz, arroz, papa, etc.

Se determinó multiplicando el rendimiento promedio del cultivo por hectárea por el precio promedio de venta por kilogramo.

- Costo total de la producción por hectárea

$$CT_i = CD_i + CI_i \quad [2]$$

Dónde:

CT<sub>i</sub> = Costo total de producción del cultivo i (\$/ha)

CD = Costo total directo (\$/ha)

CI = Costo indirecto (\$/ha)

Sumatoria detallada de todos los costos directos e indirectos de la producción por ciclo de producción de cada hectárea de cultivo.

---

<sup>2</sup> AGROBANCO: Instrumento de apoyo financiero del estado para el desarrollo sostenido y permanente del sector agropecuario.



**COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE MAIZ AMARILLO DURO**



HIBRIDO : 30F35  
 CLASE DE SEMILLA : CERTIFICADA  
 SISTEMA DE SIEMBRA : GOLPES  
 NIVEL TECNOLÓGICO : MEDIO  
 PERIODO VEGETATIVO : 5 MESES  
 FECHA DE ACTUALIZACION : JULIO-2015

Área (ha)
1

ACTIVIDAD	SEMANA	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>					
1. Mano de Obra:					
1.1 Preparación de terreno					
- Limpieza de terreno	-2	Jor.	3	28.00	84.00
- Riego de machaco	-1	Jor.	1	28.00	28.00
1.2 Siembra					
- Distribución de semilla	0	Jor.	15	28.00	420.00
1.3 Abonamiento					
- 1er. Abonamiento	1	Jor.	3	28.00	84.00
- 2do. Abonamiento	10	Jor.	2	28.00	56.00
1.4 Labores Culturales					
- Aporque	3	Jor.	25	28.00	700.00
- Riegos	1 al 18	Jor.	8	28.00	224.00
1.5 Control Fitosanitario					
- Aplicación pesticidas	13	Jor.	5	28.00	140.00
1.6 Cosecha					
- Despanque	19	Jor.	30	28.00	840.00
- Recojo y carguío	20	Jor.	5	28.00	140.00
- Encostalado	20	Jor.	5	28.00	140.00
<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>102</b>		<b>2856.00</b>
2. Maquinaria Agrícola:					
2.1 Aradura	-1	H/M	4	74.00	296.00
2.2 Rastra	-1	H/M	1	74.00	74.00
2.3 Surcado	-1	H/M	2	74.00	148.00
2.4 Desgranadora	21	H/M	9	74.00	666.00
<b>SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA</b>			<b>16</b>		<b>1184.00</b>
3. Insumos:					
3.1 Semilla		Kg.	20	28.00	560.00
3.2 Fertilizantes (160-90-100)					
- Nitrato de Amonio		Kg.	200	1.80	360.00
- Urea		Kg.	140	1.64	229.60
- Fosfato Di Amónico		Kg.	200	2.04	408.00
- Cloruro de Potasio		Kg.	170	1.96	333.20
3.3 Pesticidas					
- Atrazina		Kg.	1	70.00	70.00
- Clorpirifos		Lt.	2	50.00	100.00
- Cypermetrina		Lt.	1	70.00	70.00
- Quimizeb		Kg.	2	30.00	60.00
- Abono foliar 20-20-20		Lt.	2	14.00	28.00
- Abono foliar (Fósforo)		Lt.	2	30.00	60.00
- Alkysulfato		Lt.	0.5	25.00	12.50
<b>SUB-TOTAL DE INSUMOS</b>					<b>2291.30</b>
<b>B. GASTOS GENERALES</b>					
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)					633.13
<b>SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES</b>					<b>633.13</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>6964.43</b>
<b>II.- COSTOS INDIRECTOS</b>					
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)					802.30
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>802.30</b>
<b>III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>					<b>7766.73</b>

Figura 2. Ejemplo de costos totales de producción de maíz (análisis contable)

- Costo de producción unitario

$$CU_i = CT_i/Q_i \quad [3]$$

Dónde:

CU<sub>i</sub> = Costo unitario del cultivo i (\$/kg) en 1 ha

División del costo total de la producción y el rendimiento promedio probable que presente dicho cultivo.

- Utilidad bruta de la producción (Valor neto por hectárea)

$$UB_i = VB_i - CT_i \quad [4]$$

Dónde:

UB<sub>i</sub> = Valor neto del cultivo i (\$/ha)

Diferencia entre el valor total de la producción y el costo total de la producción

Siguiendo el ejemplo anterior, del ciclo de maíz por hectárea. Pudeos observar la estimación de la utilidad bruta contable y el índice contable de rentabilidad. Asimismo también se adiciona el porcentaje de producción vendida y el porcentaje de mermas. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Ejemplo de valor neto contable de producción de maíz (análisis contable)

<b>Valorización De La Cosecha</b>			<b>(S/.)</b>
A. Rendimiento Probable (kg /ha)			
B. Precio Promedio de Venta (S/×kg.)			
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			
<b>Distribución De La Producción</b>			<b>(S/.)</b>
A Pérdidas y mermas (5% Producción)	Kg.	0	
B Producción Vendida (95% producción)	Kg.	0	
C Utilidad Neta Estimada			
<b>Análisis Económico</b>			<b>(S/.)</b>
Valor Bruto de la Producción			
Costo Total de la Producción			
Utilidad Bruta de la Producción			
Precio Promedio Venta Unitario			
Costo de Producción Unitario			
Margen de Utilidad Unitario			
Utilidad Neta Estimada			
Índice de Rentabilidad (%)			

## Evaluación de la producción mediante financiamiento AGROBANCO

El proyecto presenta la capacidad de poder ser financiado para lo cual se realizó un estudio de factibilidad de un posible plan de financiamiento dado por una entidad agrícola que trabaja de la mano con los agricultores de la zona Lima-Huaral.

Para lo cual se realizó un cuadro amortización para analizar la rentabilidad de tomar el préstamo para el agricultor. Para ello se realizaron cálculos de amortizaciones con una tasa de interés mensual del 1.12%, se utilizó el 80% de la inversión como referencia para el financiamiento a un plazo de 12 meses, asumiendo que el agricultor tiene la capacidad de solventar el otro 20% de la inversión calculada de un ciclo de producción de un cultivo determinado.

El pago del préstamo se realizaría en dos momentos: en el mes 6 y en el mes 12 del año. Esto permitiría al agricultor poder cosechar y pagar su préstamo. Este valor sería evaluado también en la programación lineal más adelante para analizar si el porcentaje pedido en préstamo es el ideal o si se requeriría algún valor adicional para una mayor rentabilidad por hectárea de cultivo.

Para la tabla de amortización (la cual es ilustrada en la tabla 3), se calcula primero el pago siguiendo la fórmula (por cultivo):

$$PT_i = 80\% \times \sum_{t=0}^{mes\ cosecha} \frac{CT_{i,t}}{(1 + VAE)^t} \quad [4]$$

Dónde:

$PT_i$  = Prestamo para un ciclo de producción del cultivo  $i$  (\$/ha)

Por lo que el pago semestral (**PAGO**) se calcula de la siguiente manera:

$$PAGO_i = r \times \frac{PT_i}{1 - (1+r)^{-\frac{t}{n}}} \quad [5]$$

Ello se realiza para cada cultivo.

## Diseño de la programación lineal

- Función objetivo: La programación lineal tiene como objetivo la maximización de la ganancia neta total del agricultor. Para ello, el agricultor puede elegir la cantidad de hectáreas dedicadas a cada cultivo, lo que se les llama variables de decisión. Por tanto la función de objetivo es la ganancia máxima dependiendo que cultivos (y cuantas hectáreas de cada uno) es sembrada. Ello se seleccionado considerando el valor actual neto equivalente que cada cultivo produce por hectárea.

$$\max_{HA} \pi = \sum_i VAE_i \times HA_i \quad [6]$$

Dónde:

$\pi$  = Ganancia total del agricultor (S/.)  $\rightarrow$  *Funcion objetivo*

$HA_i$  = Numero de hectareas del cultivo i (en hectareas)  $\rightarrow$  *Variablesde decision*

VANE = Valor actual neto equivalente (S./ha)  $\rightarrow$  *Coeficientes del objetivo*

VAE es obtenido de los cálculos anteriores del modelo de costos de producción, por lo que se consideran coeficientes predeterminados de la función objetivo.

- Restricciones estructurales: En el presente modelo, tenemos tres restricciones: capital (en S/.), mano de obra (horas) y número de hectáreas. Un detalle importante a mencionar, es que se asume que una vez implementado un cultivo en una determinada área, permanecerá allí durante el periodo de un año.

La restricción estructural de capital por ejemplo, está dada de la siguiente manera:

$$\sum_i CTP_i \times HA_i \leq CC \quad [7]$$

Dónde:

$CTP_i$  = Capital invertido para el cultivo i en un año

(*CTP es similar a hallar VANE, solo incluyendo costos*)

CC = Capital total que dispone el agricultor

En este caso  $CTP_i$  es interpretado como el costo anual (en valor presente) requerido para producir. Por otro lado, en el caso de CC (Capital total del agricultor), se asume que será el doble del valor que ellos mencionen (ya que estamos asumiendo que 50% es préstamo, ello quiere decir que si ellos tienen 500 nuevos soles, el capital disponible será igual a 1000 soles).

La restricción estructural de mano de obra (en horas) está dada por:

$$\sum_i MO_i \times HA_i \leq Labor \quad [8]$$

Dónde:

$MO_i$  = Total mano de obra requerida por cultivo  $i$  en un año

Labor = Cantidad total de horas que dispone el agricultor de trabajadores (# horas)

$MO_i$  es simplemente la suma total de horas requeridas por cada ciclo de producción del cultivo  $i$ , multiplicada por el número de ciclos que se pueden realizar en un año.

La restricción estructural de tierra (hectáreas) está dada por

$$\sum_i HA_i \leq Tierras \quad [9]$$

Dónde:

Tierras = Cantidad total de hectareas que dispone el agricultor de trabajadores

- Restricciones de no negatividad: Es importante mencionar una restricción adicional, la cual está incorporada dentro de las opciones de Solver: la restricción de no-negatividad. Ella es importante porque nuestras variables de decisión (el número de hectáreas a sembrar de un cultivo) no pueden ser negativas, ya que va en contra de cualquier lógica.

$$HA_i \geq 0 \quad [10]$$

Asimismo, el método de resolución de la programación lineal es mediante el método Simplex, el cual está programado en la aplicación Solver de Excel. Finalmente, cabe mencionar que el número de hectáreas es una variable continua, por lo que se puede sembrar por ejemplo 0.75 ha de un cultivo.

## Desarrollo de la plataforma CEFE-FARM

-Definir las variables de la ventana de inicio: Se desarrolló una página de inicio en la plataforma que ayude a registrar los datos principales e importantes del agricultor o persona que esté usando el programa. Para empezar a usar se estableció las variables: nombre, edad, género y correo electrónico. El correo electrónico es el medio por el cual el agricultor podrá tener una copia digital del reporte resumido del cultivo que establecerá propuesto por el programa CEFE-FARM. Se muestra un ejemplo de la ventana de inicio de CEFE-FARM, la cual fue creada mediante Macromedia Flash (Figura 3).



The screenshot shows the registration page for CEFE-FARM. At the top left, the text reads "Bienvenido a su asistente técnico financiero". Below this are four input fields labeled "Nombre", "Edad", "Genero", and "Correo". To the right of these fields is a "Limpiar" button. In the top right corner, there is a 3D cube logo with the text "CEFE-FARM" underneath it. At the bottom right, there is a blue button with a checkmark icon and the text "Registrar".

Figura 3. Ventana de inicio de la plataforma CEFE-FARM

-Diseño de las ventanas de opción múltiple: El diseño de las ventanas de opción múltiple permite al agricultor escoger la región que lo identifica, ya sea costa norte, costa sur, andina norte, andina sur y amazónica (Figura 4).



The screenshot shows the location selection page for CEFE-FARM. At the top left, the text reads "Bienvenido a su asistente tecnico financiero" and "El paquete estadístico para los pequeños agricultores (>1ha)". Below this is a "Prueba" button. The text "Buenos dias Sr. (a)" is followed by a "Prueba" button. Below this, the text "Para empezar porfavor selección la opción donde esta localizado" is displayed. There are five buttons for region selection: "Region costera norte", "Region costera sur", "Region andina norte", "Region andina sur", and "Region amazonica". In the top right corner, there is a 3D cube logo with the text "CEFE-FARM" underneath it.

Figura 4. Ventana de selección de localización del agricultor requerido por la plataforma CEFE-FARM.

De igual forma se le dio la opción de escoger si su producción será trabajada de manera individual o como una cooperativa (unirse con agricultores de la zona y reducir los costos de producción al comprar en mayor volumen). Esto está representado en la (Figura 5).

Figura 5. Ventana de selección si es agricultor o cooperativa requerida por la plataforma



-Diseño de las ventanas principales: La plataforma se desarrolló pensando en obtener como información el parámetro de insumos disponibles por el agricultor con el fin de poder determinar con más exactitud los costos y cuál sería la mejor opción a tomar para invertir. Los tres parámetros que se deberán ingresar en estas ventanas son: capital disponible por año, cantidad de terreno que tiene para trabajar (mayores a una hectárea) y la cantidad de horas de mano de obra que el agricultor puede disponer en el sector donde trabaja (Figura 6).



Figura 6 . Ventana de inicio de especificaciones técnicas del productor

Por otro lado, se diseñó otra ventana donde el agricultor sea capaz de elegir si quiere trabajar con un préstamo agrícola y cuanto esperaría recibir del crédito, ya que el agricultor no siempre está en la posibilidad de trabajar con capital propio (Figura 7). Sin embargo, en el caso específico que presentamos en el proyecto de tesis hemos establecido un valor predeterminado de 50% del capital de trabajo para la primera rotación de todos los cultivos necesarios.



The screenshot shows the CEFE-FARM interface with the following elements:

- Header:** "CEFE-FARM" in large white letters.
- Logo:** A 3D cube logo with blue and white faces, labeled "CEFE-FARM" below it.
- Text:** "Bienvenido a su asistente tecnico financiero" and "El asesor financiero para los pequeños agricultores (>1ha)".
- Question:** "¿Considera usted la posibilidad de obtener un credito agricola?"
- Input:** A grey button labeled "Si".
- Second Question:** "¿Si usted considera un credito agricola, cuanto esperaria recibir?"
- Input:** A grey input field with the text "(en porcentaje)" to its right.
- Action:** A blue button with a white checkmark and the text "Siguiete".

Figura 7. Ventana de selección de financiamiento

Una vez terminada la colección de la información del agricultor, el programa ejecutará la programación lineal y los flujos financieros. Si en caso existe solución, el programa brindara una ventana que le permitirá descargar el portafolio óptimo de los cultivos (Figura 8).



The screenshot shows the CEFE-FARM interface with the following elements:

- Header:** "CEFE-FARM" in large white letters.
- Logo:** A 3D cube logo with blue and white faces, labeled "CEFE-FARM" below it.
- Text:** "Bienvenido a su asistente tecnico financiero" and "El asesor financiero para los pequeños agricultores (>1ha)".
- Message:** "Según los datos proporcionados, quiere que la plataforma CEFE-FARM le sugiera un cultivo optimo a sembrar".
- Action:** A white button with the text "Iniciar".

Figura 8. Ventana de generación de reporte de la plataforma CEFE-FARM.

Una vez seleccionado el botón de “ver resultados”, el agricultor podrá ver el reporte generado por las simulaciones de CEFE-FARM. Como se puede ver el modelo proporciona cuales serían las cantidades de hectáreas a sembrar de cada uno de los cultivos. (Figura 9)



Figura 9. Ejemplo del reporte de la plataforma CEFE-FARM.

Asimismo el reporte brinda resultados de:

- Capital necesario para cada cultivo y cantidad de capital requerido.
- Mano de obra por cada cultivo
- Maquinaria por cada cultivo
- Ganancia esperada por cada cultivo
- Cantidad de fertilizantes: nitrógeno, fosforo y potasio
- Cantidad excedente de préstamo requerido
- Ganancia total esperada (Valor óptimo de la programación lineal) por el agricultor

Finalmente, cabe mencionar que el programa también cuenta con valores de pérdida de merma que pueden ser utilizados para un análisis de sensibilidad.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Ejemplo de una solución brindada por el CEFE-FARM

El Señor Miguel tiene 52 años, es un agricultor de la zona Lima-Huaral, posee una extensión de terreno de dos hectáreas en la cual trabaja, históricamente su familia se ha dedicado a cultivar maíz en toda la extensión y él no es la excepción. El señor Miguel se asoció con la empresa AGROKLINGE S.A. buscando una habilitación para su producción, como parte del desarrollo la empresa ha implementado la plataforma CEFE-FARM la cual ayudará a los agricultores a tomar decisiones en base a los recursos disponibles por cada agricultor (capital, personal, extensión de terreno).

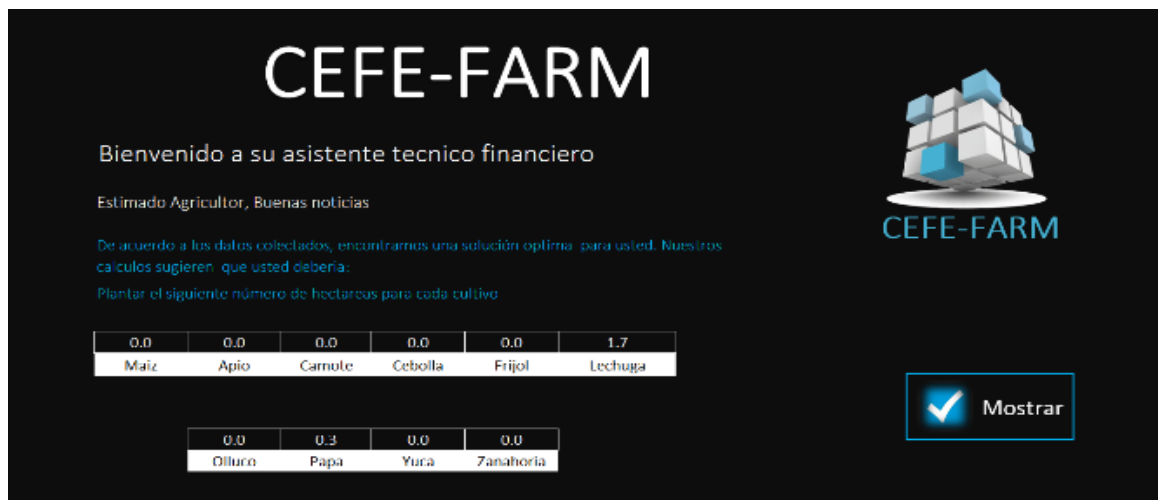


Figura 10. Resumen del reporte de hectáreas a sembrar.

Se observa que CEFE-FARM le brindo una solución óptima para que el agricultor siembre en su caso con los datos de ingresados le dio un resultado de 1.7 ha de lechuga y 0.3 ha de papa lo cual le permitirá lograr maximizar su inversión.

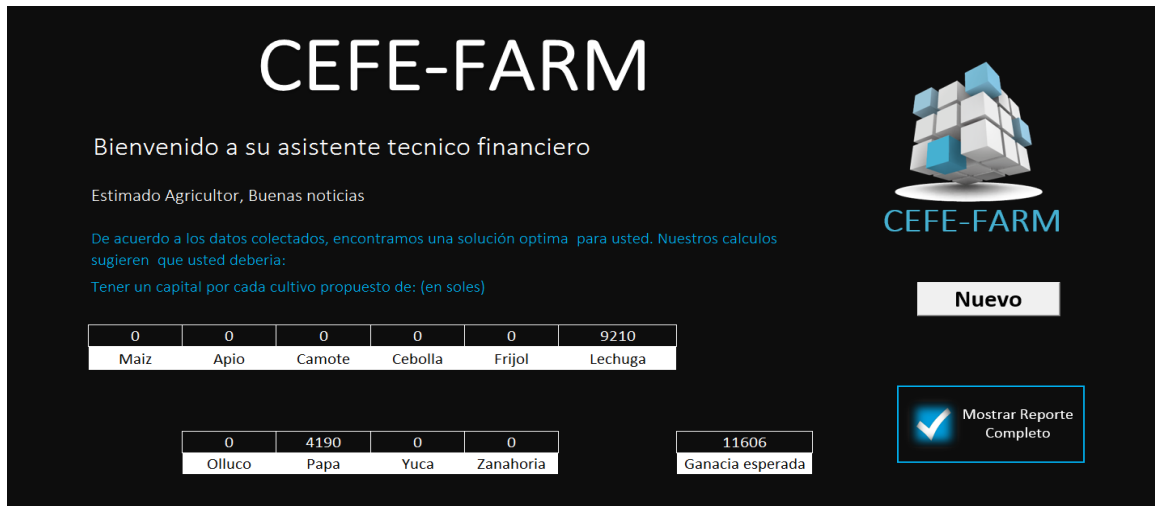


Figura 11. Resumen de reporte de capital

Podemos apreciar que en el siguiente reporte resumido vemos la cantidad en soles de cuando tienen que invertir el agricultor por cada cultivo a sembrar, así como también se observa un cuadro con la ganancia esperada de dicha inversión.

La plataforma CEFE-FARM genera unos reportes resumidos de lo principal que es la cantidad de hectáreas y capital a invertir en los cultivos propuestos, teniendo la opción de entrar al reporte completo el cual brinda:

- Capital necesario para cada cultivo y cantidad de capital requerido.
- Mano de obra por cada cultivo
- Maquinaria por cada cultivo
- Ganancia esperada por cada cultivo
- Cantidad de fertilizantes: nitrógeno, fosforo y potasio
- Cantidad excedente de préstamo requerido
- Ganancia total esperada (Valor óptimo de la programación lineal) por el agricultor

Con un detalle más amplio y ordenado para que el agricultor sepa cuando gastara en cada actividad o comprar de un insumo.

De esta manera el agricultor tiene una herramienta capaz de orientarlo en su experiencia de inversión o siembra, de una manera más detallada y segura.

## **Proyecto de extensión y calibración del modelo<sup>3</sup>**

### **-La plataforma CEFE-FARM**

Con el fin de implementar con éxito este proyecto, una condición pre-requisito es proporcionar suficiente orientación y capacitación para los agricultores (que son nuestro público objetivo) para que puedan efectivamente utilizar esta herramienta, que hemos llamado CEFE-FARM (es decir, plataforma financiera para los agricultores).

El software está desarrollado en una plataforma: Macromedia Flash. La ventana de CEFE-FARM requerirá al usuario seleccionar entre dos ajustes / casos: el de un individuo agricultor o una cooperativa. Asimismo, se requerirá al usuario que proporcione insumos de tierra disponible capital, trabajo y seleccionar qué región del país él / ella se encuentra, y, finalmente, si requieren pedir dinero prestado a los bancos. Esto se hace con el fin de diferenciar los cultivos disponibles que pueden producirse en esas áreas.

Usando esta información, la plataforma ejecutará diferentes macros (procedimientos) de Excel que proporcionará el valor presente neto potencial de los cultivos utilizando análisis financiero herramientas y seleccionará qué cultivos (y cuánto) son los valores más óptimos para producir usando / procedimientos de programación binarios lineales. De este modo, el agricultor podría obtener como salida un informe con los cultivos sugeridos y las cantidades óptimas que se pueden sembrar. Además, habrá una opción que les permitirá modificar los valores de los precios o costos de los insumos para hacer el modelo más flexible para ellos.

En el caso de la cooperativa, los pasos son los mismos en términos de cálculos, excepto que, en principio, aparecerá una ventana que le solicitará el número de agricultores y requieren para introducir la cantidad disponible de tierra, trabajo y capital disponible por agricultor para hacer la optimización de los recursos. El procedimiento del análisis financiero y la selección de los cultivos seguirán un de manera similar en su caso solo agricultor. Los resultados proporcionan lo que son los cultivos sugeridos a sembrar como una cooperativa y lo que podría ser los posibles beneficios en ganancias para los agricultores

### **-Presentación y capacitación a los agricultores**

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad hay diferentes organizaciones que están potencialmente interesados en la implementación de la plataforma CEFE-FARM. Nuestro público objetivo es el pequeño agricultor de Perú (conocidos como PYMES - Pequeñas y Medianas Empresas).

Las principales organizaciones que contamos con este proyecto son:

- El Ministerio de Agricultura del Perú, quiere colaborar y asumir las tareas de explicar los diferentes incentivos que el gobierno está dando, y que prestan transporte, papel y otras herramientas físicas con el fin de dar las presentaciones.

---

<sup>3</sup> Asociación de Economía Aplicada y Agrícola (AAEA), 2015. Presentación final de la competencia anual de proyectos de extensión, Alvaro Adrian Felix Gallegos

- AGROKLINGE, que nos ayudará a explicar los costos de los insumos y los tipos de entradas que sea necesario dependiendo del cultivo.
- Cajas Rurales, que son los bancos locales que proporcionan créditos a los agricultores. Ellos nos ayudarán a informar las diferentes opciones en las que los agricultores podrían pedir prestado el dinero y las tasas de interés que van a necesitar.

Este proyecto también beneficiará a estas organizaciones, ya que será capaz de predecir lo que podría ser el potencial de producción y así anticipar la cantidad de insumos que necesitarán para tener en almacenamiento (para el caso de las empresas proveedoras de insumos), y también la viabilidad en el que los bancos locales pueden prestar dinero (y así evitar las pérdidas). Así que, en resumen, la organización del programa de extensión es el siguiente (Figura 12)

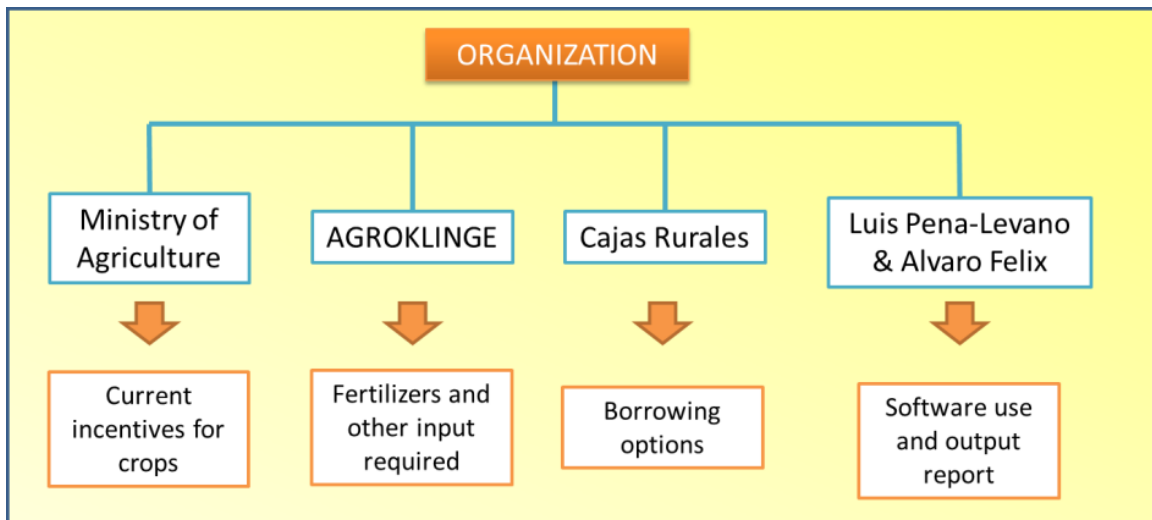


Figura 12. Organización del Equipo

Fuente: Presentación final de la competencia anual de proyectos de extensión de la Asociación de Economía Aplicada y Agrícola (AAEA), 2015

El modelo proporciona valores nacionales estándares recogidos por Alvaro Félix. Con el fin de obtener resultados más precisos que necesitamos para calibrar el modelo según los valores locales de los precios.

Por lo tanto, tendremos que trabajar con los agricultores en dos etapas diferentes: en la calibración inicial y en la instrucción sobre cómo utilizar el software. También tenemos que tener en cuenta la interacción con los proveedores, prestamistas y los incentivos del gobierno. Tomando en cuenta todos estos criterios, tenemos desarrollado los siguientes pasos (que se describen en la Tabla 3): (i) Para comunicarse con los agricultores locales para obtener parámetros calibrados regionales para el modelo, (ii) para explicar el uso de la plataforma con nuestros socios, (iii) para programar actividades para trabajar con los agricultores que estén interesados en el aprendizaje y el uso de esta plataforma, (iv) para enseñarles cómo interpretar los resultados.

Set - Activities	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>i. Initial communication meeting with the farmers (Calibration step)</b>								
- Current production, local crop and input prices	X							
- Interactive Q&A about potential crops that can be grown	X							
- Initial calibration of the model parameters		X						
<b>ii. Meeting with the collaborators (Calibration step 2)</b>								
- Information about input prices, borrowing rates and incentives			X					
- Final calibration of the model parameters				X				
<b>iii. Meeting with the collaborators (Instruction step)</b>								
- Conference and Capacitation in how to use the program					X			
<i>* Capacitation on how the program works</i>					X			
<i>* Explanation of the outcomes and opinions from the collaborators</i>					X			
<i>* Final version of the sub-regional (local) model</i>					X			
- Meeting for the schedule of the instruction to the farmers						X		
<b>iv. Workshop to farmers (Instruction step 2)</b>								
- Explanation of the software platform							X	
- Explanation on what the software requires to solve the model							X	
- Output results							X	
<i>* Explanation of the Financial interpretation of the results</i>							X	
<i>* Suggestions for the farmers about what and how much to grow</i>							X	
- Feedback from the farmers about the model							X	
- Follow-up of the implementation of the results								X

Figura 13. Conjunto de actividades por periodo para el programa de extensión  
Fuente: Presentación final de la competencia anual de proyectos de extensión de la Asociación de Economía Aplicada y Agrícola (AAEA), 2015

Como podemos observar en la figura 13, la etapa i se nos permite transformar nuestro modelo general en un modelo subregional (local). Con el fin de facilitar la interacción con los agricultores en cada una de las cinco regiones que tienen la intención de aplicar este modelo, vamos a tomar ventaja de la estructura única del centro de la administración de agua del Perú: "Comisión de Regantes", que es una subdivisión del Ministerio de Agricultura.

Este centro está a cargo de los representantes elegidos por los agricultores con el fin de administrar el programa de agua para el riego de los cultivos de la región. Así, de esta manera podemos utilizar la ayuda de este centro para comunicarse con los agricultores y organizar reuniones en las que podemos pedir a ellos la producción actual y la información necesaria para calibrar nuestro modelo local. A fin que al hacer esto, vamos a preparar una breve encuesta, que será impreso y entregado a ellos, y con la ayuda de los representantes e ingenieros agrícolas de los centros, vamos a corroborar la validación de la encuesta y el modelo.

Para la etapa ii, nos reuniremos con las Cajas Rurales (es decir, los bancos locales), los proveedores interesados de insumos (por ejemplo, fertilizantes y herbicidas) de la región (local), y los administradores regionales de la Ministerio de Agricultura. Esto se hace para proporcionar opciones adicionales e información en el modelo: precios especiales y descuentos, mejores tasas de impuestos, incentivos por parte del gobierno. De este modo, el agricultor podía optimizar mejor sus recursos y tomar mejores decisiones.

Del mismo modo, tendremos una segunda serie de reuniones (etapa III) en la que vamos a capacitarlos con la versión local final del modelo. Vamos a proporcionar los siguientes resultados:

- Un documento PDF que proporcionará las instrucciones de cómo instalar / abrir el programa.
- Una explicación en un archivo PDF de los indicadores financieros que estamos ofreciendo en la hoja de resultados.
- Un documento PDF con un ejemplo con los resultados que obtendría dado un conjunto de valores específicos para ilustrar cómo interpretar la selección de cultivos y la cantidad a producir. Por lo tanto, una vez que nos capacitamos de ellos, podemos proceder a instruir a los agricultores.

Con el fin de organizar el taller para los agricultores, vamos a seguir un procedimiento similar a la etapa iii. La reunión para la capacitación se debe hacer antes del comienzo del período de crecimiento de los cultivos, que en el Perú es de aproximadamente Agosto. En la reunión vamos a ofrecer las siguientes instrucciones y la información:

- Un documento de Word impreso con las instrucciones de cómo instalar y abrir el programa, que acompañada de una presentación en Power Point que muestra la instalación pasó a paso.
- Una versión impresa de un ejemplo del modelo, que proporciona el fondo de un agricultor. De este modo, el agricultor puede seguir los pasos que se proporcionan en la guía y ejecutar el ejemplo. Del mismo modo, habrá una presentación en PowerPoint, que también va a resolver el ejemplo proporcionado en el documento con el fin de facilitar la comprensión del modelo y compararlo.
- Una vez que se corre el ejemplo, el modelo presentara los resultados, que se muestran también en el PDF versión impresa como en la presentación de Power Point. Así podemos explicar uno por uno los indicadores financieros (por ejemplo, valor actual neto, índice Rentabilidad). También nos gustaría tener un poco de preguntas / respuestas de la sesión para mejorar su comprensión del tema, del mismo modo, mostraremos cómo interpretar los valores sugeridos para el cultivo óptimo y su producción.
- A continuación, se procederá a restablecer el escenario de la plataforma. En este caso, debido a que la plataforma es fácil de usar y se ha ajustado ya a nivel local (en los pasos I y II), el agricultor sólo requiere necesita escribir la información de sus propias dotaciones de tierra, capital y trabajo. Por lo tanto, todos los agricultores / cooperativas obtendrá análisis financieros en función de sus insumos.

- Vamos a discutir los resultados obtenidos por ellos y preguntarles si tienen alguna pregunta con respecto a las entradas (tipo de fertilizante, herbicida), también la cantidad de dinero que podría ser necesario para ser prestado (y la tasa de los préstamos) y los tipos de cultivos que la plataforma propone. En esta discusión, vamos a contar con la participación de nuestros socios: proveedores, representantes de los gobiernos y los bancos locales para proporcionar una mejor información a los agricultores. Además, vamos a validar si los agricultores siguieron nuestras sugerencias y si el modelo proporcionado tiene una recomendación precisa en diferentes estados de la época de crecimiento.

-Los datos de interés actual y las organizaciones

La base de datos ha sido recopilada por Alvaro Félix en colaboración con AGROKLINGE S.A, que es la Corporación multinacional que se centra en la prestación de los fertilizantes y otros productos relacionados en Perú. Esta base de datos proporciona (dependiendo de la región) los precios de producción de algodón, papa, arroz, maíz amarillo, maíz morado, caña de azúcar, maíz blanco, uvas, tomates, soja y trigo, que son los principales cultivos producidos en el Perú. Del mismo modo, proporciona requisitos de entrada y los costos para los diferentes cultivos, de tiempo, de la temperatura óptima de crecimiento, y el período de almacenamiento.

El atractivo del proyecto ya ha comenzado a generar interés por parte de diferentes corporaciones e instituciones. Actualmente, AGROKLINGE S.A, que es un proveedor de fertilizantes, tiene interés mostrado en colaborar con nuestro equipo en la aplicación. Este proyecto también está tratando de unir esfuerzos con el Ministerio de Agricultura (MINAG) de Perú, Cajas Rurales (es decir, que son los bancos que proporcionan crédito a los agricultores), AGROIDEAS (que es una organización no gubernamental que proporciona ayuda a los agricultores).

-Investigación

El proyecto se llama CEFÉ-FARM, una plataforma que está destinado a ser puesto a disposición de la libertad de los pequeños agricultores y ha sido especialmente diseñada para ser fácil de usar. En ese sentido, el agricultor no requeriría tener formación en economía o finanzas, porque el modelo va a hacer automáticamente los cálculos. Por lo tanto, con el programa de extensión que estamos proponiendo, lo haremos instruirlos sobre cómo interpretar los resultados clave del modelo que les ayudará en su toma de decisiones y mejorar su rentabilidad.

CEFÉ-FARM es una plataforma de dos pasos:

- Se recoge la información de entrada y salida, los precios y las cantidades de los diferentes cultivos dependiendo de la ubicación y condiciones. Vamos a utilizar las hojas de flujo financieros que permitan incluir las opciones de préstamos. Así, el modelo ofrece el valor actual neto (VAN), Tasa de rendimiento, la relación costo-beneficio, el índice de rentabilidad y otros indicadores financieros por cada cultivo.

- El valor actual neto de cada cultivo se utiliza en la programación de optimización entero. Por lo tanto, la plataforma elige la mejor combinación de cultivos que hay que producir dado el nivel de las dotaciones del agricultor / cooperativa. Todos estos pasos se realizan utilizando hojas de cálculo Excel. A continuación, el software Macromedia Flash recoge toda la información y proporciona los resultados en una salida fácil de usar. Así, el agricultor tiene resultados concisos que le ayudarán a tomar mejores decisiones y evitar confusiones.

#### -Evaluación de la aplicación del plan

Con el fin de evaluar la eficacia del programa de extensión, organizaremos las cuatro diferentes reuniones durante los períodos de crecimiento: noviembre, enero y abril y julio, que son los períodos de cosecha, dependiendo de los cultivos. Por lo tanto, podemos observar si están siguiendo nuestras sugerencias. En caso de que están siguiendo nuestras recomendaciones, vamos a analizar a continuación si la producción planeada se ha llevado a cabo como se esperaba, o si tenemos que hacer ajustes en el modelo, como cambios en los precios de entrada (por ejemplo, fertilizantes / herbicidas) para proporcionar mejores alternativas.

En caso de que opten por no seguir nuestras sugerencias, vamos a pedir que en una encuesta por qué preferido no hacerlo y comparar sus resultados con los nuestros. De esa manera podríamos comprobar si nuestro modelo en hecho de encontrar una solución óptima o qué criterios se ha encontrado estos agricultores que no se tiene en consideración y por lo tanto para mejorar el modelo.

Si el modelo tiene éxito, tenemos la intención de ampliarlo a otros países de América Latina

## 4. CONCLUSIONES

- Se diseñó una plataforma estadística para el análisis financiero de proyectos o emprendimientos para aquellos productores (agricultores y PYMES), con el fin de ayudar a tomar mejores decisiones acerca del cultivo a sembrar.
- CEFÉ-FARM genera un portafolio de cultivos óptimos que permiten al agricultor maximizar sus ganancias en base a las restricciones proporcionadas y la mezcla óptima de cultivos sembrar.
- CEFÉ-FARM es una plataforma que sistematiza el proceso productivo, y determina: el cultivo a sembrar, cuál es la inversión necesaria, cuál será el rendimiento esperado en kilogramos por hectárea, cuál será la rentabilidad de dicho cultivo y ver cuál es la capacidad de endeudamiento o financiamiento que se pueda tener.
- Se diseñó modelos de costos de producción detallados por cultivo, con el fin de determinar cuál es el monto de la inversión a realizar por cultivo y poder saber la distribución de dicho monto desglosado en todas las actividades realizadas.
- La plataforma virtual es una herramienta que sirve de guía al pequeño productor en el emprendimiento o no, de su proyecto de siembra. De esta forma se responden a las intrigas del productor respecto a: ¿Me ira bien? ¿Cuánto ganare? Es decir reduce la incertidumbre respecto al futuro del proyecto. El agricultor contará con una idea más exacta de la situación financiera del cultivo y sabrá cuáles serán sus costos y ganancias aproximados antes de invertir.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que el modelo de costos de producción se actualice periódicamente, ya que los precios, costos varían constantemente en el mercado.
- Ampliar los modelos de costos de producción de los cultivos de las otras regiones ya que debido a que es un modelo de estudio solo se diseñaron los de una región.
- Se recomienda diseñar el software en una plataforma en línea, esto permitirá que el acceso sea más fácil e inmediato, con lo cual se podrá agregar la otra aplicabilidad el software que es poder llevar un historial de los agricultores que utilicen el programa y poder registrar que cultivo sembraran y que extensión lo cual será accesible para ellos mismo para llevar un control.
- El software es aplicable para cualquier sector sea agrícola, ganadero, industrial.
- Ampliar la base de datos de CEFÉ-FARM es convertirlo en una plataforma disponible para usuarios de diferentes países.

## **6. LITERATURA CITADA**

Banco Mundial. Consultado 15 de Junio de 2015. Disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS>

FAOSTAT. Consultado 17 de Junio de 2015. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>

Horngren, CT., G. Foster y S.M. Datar 2022. Contabilidad de Costos. Trad. J.S. Coro y S.C. Díaz. 10 ed. México, pearson. p 30.

Ministerio de Agricultura y Riego (en línea). Consultado 12 de Mayo de 2015. Disponible en: <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=publicaciones/estadistica-agraria-mensual-siea>.

Rayburn, L.G. 1999. Contabilidad y Administración de Costos. Trad. J.G. Mount. 6 ed. México D.F. Editorial Ultra.

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Modelo de costos de Producción Maíz



#### COSTO DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE MAIZ AMARILLO DURO

HIBRIDO : 30F35  
 CLASE DE SEMILLA : CERTIFICADA  
 SISTEMA DE SIEMBRA : GOLPES  
 NIVEL TECNOLÓGICO : MEDIO  
 PERIODO VEGETATIVO : 5 MESES  
 FECHA DE ACTUALIZACION : JULIO-2015

Área (ha)
1

ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
<b>I.- COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza de terreno	Jor.	3	28.00	84.00
- Riego de machaco	Jor.	1	28.00	28.00
1.2 Siembra				
- Distribución de semilla	Jor.	15	28.00	420.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	3	28.00	84.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	28.00	56.00
1.4 Labores Culturales				
- Aporque	Jor.	25	28.00	700.00
- Riegos	Jor.	8	28.00	224.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	5	28.00	140.00
1.6 Cosecha				
- Despanque	Jor.	30	28.00	840.00
- Recojo y carguío	Jor.	5	28.00	140.00
- Encostalado	Jor.	5	28.00	140.00
<b>SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA</b>		<b>102</b>		<b>2856.00</b>
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	H/M	4	74.00	296.00
2.2 Rastra	H/M	1	74.00	74.00
2.3 Surcado	H/M	2	74.00	148.00
2.4 Desgranadora	H/M	9	74.00	666.00
<b>SUB-TOTAL DE MAQUINARIA AGRICOLA</b>		<b>16</b>		<b>1184.00</b>
3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	20	28.00	560.00
3.2 Fertilizantes (160-90-100)				
- Nitrato de Amonio	Kg.	200	1.80	360.00
- Urea	Kg.	140	1.64	229.60
- Fosfato Di Amónico	Kg.	200	2.04	408.00
- Cloruro de Potasio	Kg.	170	1.96	333.20
3.3 Pesticidas				
- Atrazina	Kg.	1	70.00	70.00
- Clorpirifos	Lt.	2	50.00	100.00
- Cypermetrina	Lt.	1	70.00	70.00
- Quimizeb	Kg.	2	30.00	60.00
- Abono foliar 20-20-20	Lt.	2	14.00	28.00
- Abono foliar (Fósforo)	Lt.	2	30.00	60.00
- Alkysulfato	Lt.	0.5	25.00	12.50
<b>SUB-TOTAL DE INSUMOS</b>				<b>2291.30</b>

B. GASTOS GENERALES			
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)			633.13
SUB-TOTAL DE GASTOS GENERALES			633.13
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>			<b>6964.43</b>
II.- COSTOS INDIRECTOS			
A. Costos Financieros (1.92% C.D./mes)			802.30
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>			<b>802.30</b>
<b>III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION</b>			<b>7766.73</b>
IV.- VALORIZACION DE LA COSECHA			
A. Rendimiento Probable (kg./ha.)			12000
B. Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)			0.99
C. Valor Bruto de la Producción (S/.)			11880.00
V.- DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION			
A. Pérdidas y mermas (5% producción)	Kg.	600	594.00
B. Producción Vendida (95% producción)	Kg.	11400	11286.00
C. Utilidad Neta Estimada			3519.27
VI.- ANALISIS ECONOMICO			
Valor Bruto de la Producción			<b>PEN 11,880.00</b>
Costo Total de la Producción			<b>PEN 7,766.73</b>
Utilidad Bruta de la Producción			<b>PEN 4,113.27</b>
Precio Promedio Venta Unitario			<b>PEN 1.03</b>
Costo de Producción Unitario			<b>PEN 0.65</b>
Margen de Utilidad Unitario			<b>PEN 0.38</b>
Utilidad Neta Estimada			<b>PEN 3,519.27</b>
Indice de Rentabilidad (%)			<b>45%</b>

Cambio \$ : 3.17 Nuevos Soles

Fecha : 03-07-15

\*\* Mano de obra no incluye alimentación.

\*\*\* El precio promedio de venta es el precio en chacra al mes del costeo.

\*\*\*\* En costos financieros se considera la tasa de interés de AGROBANCO (23% anual).