



PROYECTO FINAL  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO  
COMPLEMENTARIO PARA UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN  
AGRÍCOLA EN LA REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

*Por*

*Facundo Patricio Etchebarne*

Legajo: 48116

DNI: 33691721

Tutor: Ing. Francisco Redelico.

2012



## **Descripción del Proyecto**

El objetivo de este estudio consiste analizar la conveniencia de implementar un sistema de riego complementario en Agroguay S.A., una empresa agrícola localizada en el departamento de Colonia, Uruguay. Se buscará: (i) Incrementar la utilidad por medio de un aumento de la producción; y (ii) Disminuir el riesgo climático de sequía.

Se entiende por riego el aporte artificial de agua a un cultivo. Es complementario pues se trata de una región con un régimen pluviométrico aceptable tanto para cultivos de invierno como de verano. Pero, al mismo tiempo se registran períodos de déficit hídrico. Estos pueden deberse a años de sequías generalizadas, o a déficits puntuales para períodos críticos de los cultivos.

Dicho estudio está dividido en cinco secciones que exploran los distintos aspectos involucrados:

Capítulo 1 - Agroguay S.A.

Capítulo 2 - La agricultura y el mercado

Capítulo 3 - Estudio de Ingeniería: El Riego

Capítulo 4 - Estudio Económico y Financiero

Capítulo 5 - Riesgos

El resultado de este trabajo es la recomendación a Agroguay S.A. sobre la factibilidad técnica y la conveniencia económica de implementar un sistema de riego complementario. La recomendación se basa en el análisis del sistema de producción actual de Agroguay S.A. identificando los requerimientos del sistema de riego, sus costos, y sus beneficios específicos.

El estudio esta basado en la realidad actual de la empresa. De allí que se han efectuado relevamientos personales y se ha prestado especial atención a las opiniones de quienes actualmente dirigen el establecimiento, quienes allí trabajan y de los asesores técnicos.

El objetivo de este estudio es que además de ser el proyecto final de ingeniería sea de efectiva aplicación práctica. No se incluye en el mismo ningún elemento o estimación sin haberla previamente cotejado con la realidad.



## Índice

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| CAPITULO 1: AGROGUAY S.A. ....                      | 1  |
| 1.1 - Descripción de la empresa .....               | 1  |
| Historia .....                                      | 1  |
| Características del establecimiento productivo..... | 1  |
| Clima.....                                          | 3  |
| Equipamiento actual de Agroguay S.A. ....           | 7  |
| Personal actual.....                                | 8  |
| CAPITULO 2: LA AGRICULTURA Y EL MERCADO.....        | 9  |
| 2.1 - La agricultura .....                          | 9  |
| 2.2 - Proceso productivo .....                      | 10 |
| Diagrama del proceso productivo.....                | 10 |
| 1. Plan de siembra.....                             | 11 |
| 2. Trabajos de estructura .....                     | 11 |
| 3. Labranza .....                                   | 12 |
| 4. Barbecho químico .....                           | 12 |
| 5. Curado e inoculación de la semilla.....          | 13 |
| 6. Sembrado .....                                   | 13 |
| 7. Fertilización .....                              | 14 |
| 8. Control de plagas .....                          | 15 |
| 9. Cosecha .....                                    | 16 |
| 10. Acopio .....                                    | 17 |
| 11. Transporte.....                                 | 19 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 12. Venta .....                   | 19 |
| 2.3 - La soja.....                | 20 |
| Exigencias de clima y suelo ..... | 20 |
| Técnica de cultivo .....          | 21 |
| Plagas y enfermedades.....        | 21 |
| Rendimiento .....                 | 22 |
| Precio.....                       | 23 |
| 2.4 - El trigo .....              | 25 |
| Exigencias de clima y suelo ..... | 25 |
| Técnicas de cultivo .....         | 26 |
| Plagas y enfermedades.....        | 27 |
| Rendimiento .....                 | 27 |
| Precio.....                       | 28 |
| 2.5 - El maíz .....               | 30 |
| Exigencias de clima y suelo ..... | 30 |
| Técnicas de cultivo .....         | 31 |
| Plagas y enfermedades.....        | 31 |
| Rendimiento .....                 | 32 |
| Precio.....                       | 33 |
| 2.6 - Mercado de proveedores..... | 35 |
| Insumos: .....                    | 35 |
| Proveedores y compradores .....   | 36 |
| Servicios.....                    | 37 |
| Electricidad - UTE .....          | 38 |
| CAPITULO 3: EL RIEGO.....         | 39 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 3.1 - El riego .....                                       | 39 |
| 3.2 - Necesidades hídricas de los cultivos .....           | 40 |
| 3.3 - Fuentes de agua .....                                | 44 |
| 3.4 - Sistemas de riego.....                               | 44 |
| El riego por aspersión.....                                | 45 |
| Aspersión por cañones.....                                 | 46 |
| Aspersión - avance frontal .....                           | 47 |
| Aspersión - pivote central .....                           | 48 |
| 3.5 - Elección de proceso y tecnología .....               | 49 |
| 3.6 - Plano de obra.....                                   | 51 |
| 3.7 - Proveedores.....                                     | 57 |
| 3.8 - Regulaciones y aprobaciones necesarias .....         | 59 |
| 3.9 - Programa de lanzamiento del proyecto .....           | 60 |
| Bases de pilotes (cementación) .....                       | 60 |
| Bases de bombas y motores (cementación).....               | 60 |
| Aljibe de toma de agua.....                                | 60 |
| Emparejado de terrenos.....                                | 60 |
| Armado de caminos para la movilidad del pivote móvil ..... | 60 |
| Zanjas para tuberías .....                                 | 60 |
| Fijación de tuberías con cubos fijantes de cemento .....   | 60 |
| CAPITULO 4: ESTUDIO ECONOMICO - FINANCIERO.....            | 63 |
| 4.1 – Estudio económico.....                               | 63 |
| Moneda e inflación .....                                   | 63 |
| Tasa de descuento .....                                    | 64 |
| Inversión inicial .....                                    | 67 |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Producción adicional .....                                                | 69 |
| Costos .....                                                              | 70 |
| Estructura tributaria del Uruguay .....                                   | 74 |
| Cuadro de resultados .....                                                | 75 |
| 4.2 - Estudio financiero.....                                             | 76 |
| Impuestos - pago a la DGI.....                                            | 76 |
| Activo de trabajo .....                                                   | 77 |
| Cuadro de fuentes y usos .....                                            | 77 |
| Flujo de fondos del proyecto.....                                         | 78 |
| Flujo de fondos del inversor.....                                         | 78 |
| 4.3 - Criterios de evaluación de proyectos.....                           | 79 |
| Valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) del proyecto..... | 79 |
| Rentabilidad del capital propio (TOR) .....                               | 81 |
| CAPITULO 5 – RIESGOS .....                                                | 83 |
| 5.1 – Introducción.....                                                   | 83 |
| 5.2 – Identificación de riesgos .....                                     | 83 |
| Riesgos de producción.....                                                | 83 |
| Riesgos de mercado .....                                                  | 86 |
| Riesgo institucional .....                                                | 87 |
| Riesgo de países vecinos .....                                            | 87 |
| 5.3 - Simulación .....                                                    | 89 |
| Distribuciones de probabilidad .....                                      | 89 |
| 5.4 - Análisis de sensibilidad .....                                      | 97 |
| Tornado chart:.....                                                       | 97 |
| 5.5 - Simulación de Monte Carlo .....                                     | 99 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| Parámetros fijados para la simulación .....     | 99  |
| Resultados de la simulación .....               | 99  |
| 5.6 - Cobertura de riesgos .....                | 102 |
| Riesgo de producción .....                      | 102 |
| Riesgo de mercado .....                         | 102 |
| Riesgo institucional .....                      | 103 |
| 5.7 - Conclusión .....                          | 105 |
| Bibliografía .....                              | 107 |
| Anexos .....                                    | 111 |
| Anexo 1 - Mapa de suelos .....                  | 113 |
| Anexo 2 - Proyección precio de la soja .....    | 115 |
| Anexo 3 - Proyección del precio del trigo ..... | 117 |
| Anexo 4 - Proyección del precio del maíz .....  | 119 |
| Anexo 5 - Diagrama de Gantt .....               | 121 |
| Anexo 6 - Amortizaciones .....                  | 125 |



## **Índice de Figuras**

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Mapa del establecimiento de Agroguay SA. ....                     | 2  |
| Figura 2: Análisis histórico de lluvias - 2003 a 2012.....                  | 4  |
| Figura 3: Análisis estacional de las lluvias.....                           | 4  |
| Figura 4: Análisis estacional de la temperatura. ....                       | 5  |
| Figura 5: Horas mensuales de insolación directa.....                        | 5  |
| Figura 6: Diagrama del proceso productivo. ....                             | 10 |
| Figura 7: Fumigadora mosquito en operación. ....                            | 14 |
| Figura 8: Cosechadora en operación. ....                                    | 17 |
| Figura 9: Proceso de acopio.....                                            | 18 |
| Figura 10: Soja - Rendimiento histórico mundial.....                        | 23 |
| Figura 11: Proyección precio de la soja (valores constantes).....           | 24 |
| Figura 12: Trigo - Rendimiento histórico mundial. ....                      | 28 |
| Figura 13: Proyección precio del trigo (valores constantes).....            | 29 |
| Figura 14: Maíz - Rendimiento histórico mundial.....                        | 33 |
| Figura 15: Proyección precio del Maíz (valores constantes).....             | 34 |
| Figura 16: Insumos de producción. ....                                      | 35 |
| Figura 17: Balance de agua en el suelo - FAO .....40                        |    |
| Figura 18: Curva generalizada del coeficiente del cultivo .....41           |    |
| Figura 19: Balance hídrico Agroguay SA .....43                              |    |
| Figura 20: Cañón fijo en funcionamiento.....46                              |    |
| Figura 21: Sistema de cañones fijos para Agroguay S.A. ....47               |    |
| Figura 22: Sistema de aspersión de pivote central en funcionamiento. ....48 |    |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 23: Plano de obra con pivotes centrales.....                               | 51  |
| Figura 24: Plano de obra – aljibe 1.....                                          | 52  |
| Figura 25: Plano de obra - aljibe 2. ....                                         | 53  |
| Figura 26: Serie histórica tasa LIBOR a 6 meses. ....                             | 64  |
| Figura 27: Evolución del VAN. ....                                                | 80  |
| Figura 28: Sensibilidad del VAN a la tasa de descuento (miles). ....              | 81  |
| Figura 29: Evolución del VAN del inversor. ....                                   | 82  |
| Figura 30: Sensibilidad del VAN del inversor a la tasa de descuento (miles). .... | 82  |
| Figura 31: Distribución del rendimiento de producción.....                        | 89  |
| Figura 32: Distribución de lluvias. ....                                          | 90  |
| Figura 33: Distribución del precio de la soja. ....                               | 91  |
| Figura 34: Distribución del precio del trigo.....                                 | 91  |
| Figura 35: Distribución del precio del maíz. ....                                 | 92  |
| Figura 36: Distribución de costos de producción.....                              | 92  |
| Figura 37: Distribución del IRAE. ....                                            | 93  |
| Figura 38: Distribución de retenciones.....                                       | 93  |
| Figura 39: Distribución riesgo país. ....                                         | 94  |
| Figura 40: Distribución tasa libre de riesgo.....                                 | 95  |
| Figura 41: Distribución de prima de riesgo de mercado. ....                       | 95  |
| Figura 42: Distribución tasa LIBOR. ....                                          | 96  |
| Figura 43: Distribución inflación. ....                                           | 96  |
| Figura 44: Tornado Chart - Análisis de sensibilidad de variables. ....            | 97  |
| Figura 45: Simulación - VAN del proyecto.....                                     | 99  |
| Figura 46: Simulación - TIR del proyecto. ....                                    | 100 |
| Figura 47: Simulación - VAN del inversor.....                                     | 101 |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 48: Simulación - TOR. ....                                                      | 101 |
| Figura 49: Mapa usos del suelo.....                                                    | 113 |
| Figura 50: Mapa calidad de suelo. ....                                                 | 114 |
| Figura 51: Correlación entre errores $E_t$ y $E_{t-1}$ para el precio de la soja. .... | 115 |
| Figura 52: Correlación entre precio de la soja en el período $t$ y $t-1$ .....         | 116 |
| Figura 53: Frecuencia de la magnitud del error del precio de la soja. ....             | 116 |
| Figura 54: Correlación entre errores $E_t$ y $E_{t-1}$ para el precio del trigo.....   | 117 |
| Figura 55: Correlación entre precio del trigo en el período $t$ y $t-1$ . ....         | 118 |
| Figura 56: Frecuencia de la magnitud del error del precio del trigo.....               | 118 |
| Figura 57: Correlación entre errores $E_t$ y $E_{t-1}$ para el precio del maíz.....    | 119 |
| Figura 58: Correlación entre precio del maíz en el período $t$ y $t-1$ .....           | 120 |
| Figura 59: Frecuencia de la magnitud del error del precio del maíz.....                | 120 |



## **Índice de Tablas**

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Sectores del establecimiento según tipo de suelo.....              | 3  |
| Tabla 2: Equipamiento de Agroguay SA.....                                   | 7  |
| Tabla 3: Granos - Riesgos por tipo de almacenamiento .....                  | 18 |
| Tabla 4: Soja - Rendimiento esperado sin riego. ....                        | 23 |
| Tabla 5: Soja - Rendimiento esperado con riego. ....                        | 23 |
| Tabla 6: Proyección precio de la soja (valores corrientes). ....            | 24 |
| Tabla 7: Trigo - Rendimiento esperado sin riego.....                        | 28 |
| Tabla 8: Trigo - Rendimiento esperado con riego. ....                       | 28 |
| Tabla 9: Proyección precio del trigo (valores corrientes).....              | 29 |
| Tabla 10: Maíz - Rendimiento esperado sin riego. ....                       | 33 |
| Tabla 11: Maíz - Rendimiento esperado con riego. ....                       | 33 |
| Tabla 12: Proyección Precio del maíz (valores corrientes). ....             | 34 |
| Tabla 13: Costos de servicios. ....                                         | 37 |
| Tabla 14: Cargos por consumo de energía y potencia - UTE.....               | 38 |
| Tabla 15: Coeficientes de cultivo - FAO.....                                | 42 |
| Tabla 16: Duración de etapas por cultivo en días - FAO .....                | 42 |
| Tabla 17: Costos e inversión por sistema de riego.....                      | 50 |
| Tabla 18: Elección de sistema de riego. ....                                | 50 |
| Tabla 19: Requerimientos por pivote. ....                                   | 54 |
| Tabla 20: Listado de materiales - sistema de pivote movil en Agroguay. .... | 56 |
| Tabla 21: Tareas y predecesoras .....                                       | 61 |
| Tabla 22: Inflación del Dólar.....                                          | 63 |
| Tabla 23: Inversiones en activo fijo sin IVA.....                           | 68 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 24: Incremento de rendimiento y facturación con riego. .... | 69  |
| Tabla 25: Costo incremental de producción. ....                   | 70  |
| Tabla 26: Gasto general de producción incremental. ....           | 71  |
| Tabla 27: Costo adicional (tabla 26 + tabla 27). ....             | 71  |
| Tabla 28: IVA de producción.....                                  | 71  |
| Tabla 29: Costo en seguros/costo de administración. ....          | 72  |
| Tabla 30: Calculo del WACC según estructura de deuda. ....        | 73  |
| Tabla 31: Evolución del préstamo.....                             | 73  |
| Tabla 32: Cuadro de resultados.....                               | 75  |
| Tabla 33: Evolución de pago de impuestos. ....                    | 76  |
| Tabla 34: Activo de trabajo.....                                  | 77  |
| Tabla 35: Cuadro de fuentes y usos.....                           | 77  |
| Tabla 36: Flujo de fondos del proyecto. ....                      | 78  |
| Tabla 37: Flujo de fondos del inversor.....                       | 79  |
| Tabla 38: WACC - Costo de capital ajustado.....                   | 80  |
| Tabla 39: Flujo de fondos del proyecto (miles de dólares).....    | 80  |
| Tabla 40: Flujo de fondos del inversor.....                       | 81  |
| Tabla 41: Sensibilidad del VAN a variables de riesgo.....         | 98  |
| Tabla 42: Plazos de amortizaciones. ....                          | 125 |
| Tabla 43: Amortizaciones.....                                     | 125 |

## **CAPITULO 1: AGROGUAY S.A.**

### **1.1 - Descripción de la empresa**



#### Historia

Agroguay S.A es una sociedad anónima dedicada a la producción agrícola radicada en el Departamento de Colonia, República Oriental del Uruguay. La empresa fue creada en Mayo del 2006 por un grupo de inversores agropecuarios argentinos en busca de desarrollar la actividad agrícola en un mercado más libre, menos regulado y con menores cargas impositivas que el argentino.

Agroguay S.A. arrienda un conjunto de lotes, sumando un total de 509 hectáreas. Es un campo en el cual sus suelos permiten producir una gran variedad de cultivos de invierno y de verano, entre los cuales se incluyen trigo, cebada, soja, maíz y papa.

El objetivo de Agroguay S.A. es convertirse en una empresa de punta en la producción agropecuaria en Uruguay.

Ello implica generar valor para los dueños, los clientes, los empleados, los consumidores y la comunidad produciendo de manera eficiente, sustentable y rentable.

#### Características del establecimiento productivo

Agroguay SA tiene firmado un contrato de arrendamiento por un plazo de diez años agrícolas (de julio a junio), con vencimiento el 30 de junio de 2022.

El precio del arrendamiento es un veinte por ciento de la producción, y se abona anualmente al finalizar cada período. Para calcular el monto a abonar se toma el volumen de la producción y los precios de cada producto según los precios del Puerto de Nueva Palmira.

El terreno del establecimiento es suavemente ondulado con caída general de este a oeste hacia el Río de la Plata y norte sur hacia el río San Juan. El campo cuenta con suelos relativamente profundos que drenan ayudados por una cañada principal y varias secundarias que desagotan en el Río de la Plata. El campo acaba en acantilados de 10 metros de altura sobre el Río de la Plata y el río San Juan.



Figura 1: Mapa del establecimiento de Agroguay SA.<sup>1</sup>

Hasta la fecha la utilización ha sido principalmente agrícola con cultivos de papa, maíz, girasol, soja, trigo, avena, cebada y lino. Anteriormente también se realizaban actividades ganaderas en el predio.

Los suelos son de buena aptitud agrícola con índice CONEAT promedio superior a 200. El índice CONEAT es determinado por el Ministerio de Agricultura y Pesca y la Comisión Nacional de Estudio Agro-económico de la Tierra de Uruguay. Este índice caracteriza los suelos por su capacidad productiva. El promedio de los suelos de Uruguay tiene un índice CONEAT de 100. En la Tabla 1: Sectores del

---

<sup>1</sup> Fuente: Google Earth y relevamiento físico.

establecimiento según tipo de suelo se puede ver la distribución de la superficie según el índice CONEAT del establecimiento productivo de Agroguay S.A.

| Sector | Superficie (ha) | Índice CONEAT | Observación                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 50              | 131           | Suelo apto para actividad pastoril y forestal. Es un área inundable en forma rápida y por periodos cortos. No apto para la agricultura.                                                                                                 |
| 2      | 214             | 210           | Suelo de uso agrícola, prácticamente sin limitaciones incluyendo cereales, oleaginosas, papas y admitiendo también cultivos hortícolas y frutícolas, así como praderas forrajeras de gramíneas y leguminosas.                           |
| 3      | 180             | 206           | Suelo de uso agrícola particular sin limitaciones incluyendo cereales, oleaginosas, papas, admitiendo también cultivos hortícolas y frutícolas, así como praderas forrajeras de gramíneas y leguminosas incluyendo alfalfas y tréboles. |
| 4      | 40              | 263           | Suelo de alta fertilidad, sin restricciones en su uso.                                                                                                                                                                                  |
| 5      | 25              | 173           | Suelo de fertilidad media.                                                                                                                                                                                                              |
| Total: | 509             |               | La superficie agrícola es de 459 debido a que el sector 1 no es apto para la producción.                                                                                                                                                |

Tabla 1: Sectores del establecimiento según tipo de suelo.<sup>2</sup>

### Clima

El departamento de Colonia tiene un clima templado húmedo, moderado por la influencia del Río de la Plata. Con pocas heladas en invierno y con calores de verano aliviados por las brisas del río. La zona cuenta con lluvias regularmente distribuidas a lo largo del año y con una temperatura media anual que ronda los 17 °C.

La media de las precipitaciones anuales ronda los 1014 mm. Las lluvias en primavera y verano llegan a los 120 mm mensuales, en otoño suelen alcanzar los 90 mm mensuales y en invierno los 70 mm mensuales. Suele haber exceso hídrico en otoño, y déficit en enero y la primera quincena de febrero.

---

<sup>2</sup> Fuente: CONEAT, Prader. Ver Anexo 1.

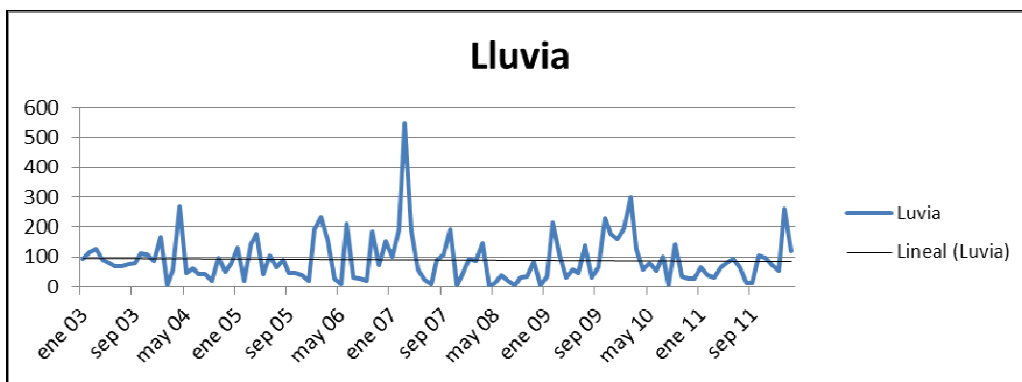


Figura 2: Análisis histórico de llluvias - 2003 a 2012.<sup>3</sup>

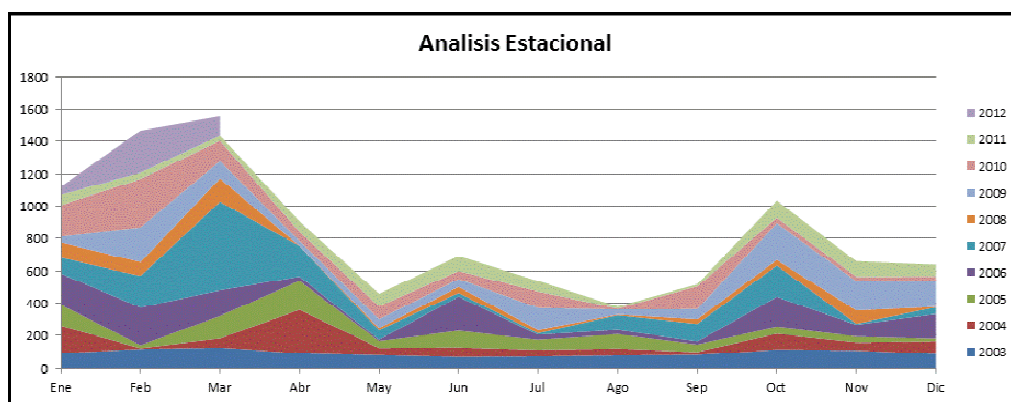


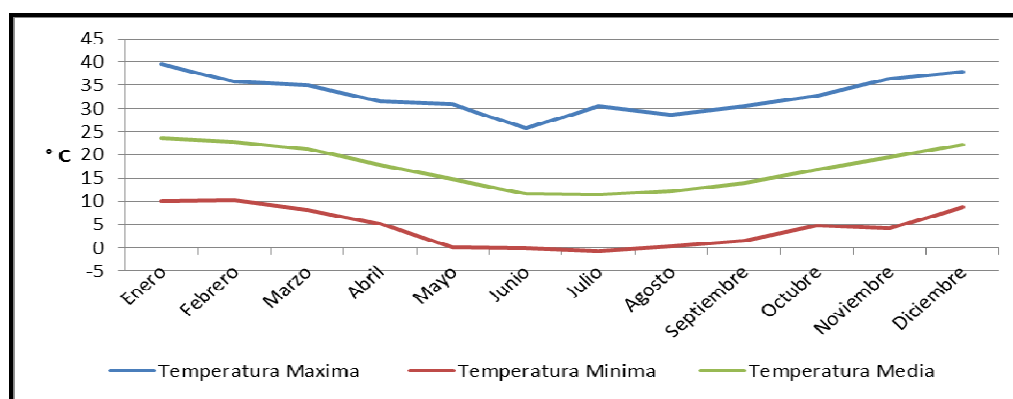
Figura 3: Análisis estacional de las llluvias.<sup>4</sup>

Las precipitaciones también se ven afectados por los ciclos de “la niña” y el “el niño”. La niña se caracteriza por temperaturas frías de la superficie del océano Pacífico, mientras que el niño se caracteriza por temperaturas cálidas en la superficie de dicho océano. Ambos fenómenos alteran el régimen habitual de las precipitaciones. Un año de “la niña” suele tener menos precipitaciones dada la menor evaporación del océano Pacífico. Mientras que en un año de “el niño”, por lo contrario se espera mayor precipitación dada la mayor evaporación de dicho océano. “El niño” como “la niña”, son fenómenos que se producen una vez cada 2 a 7 años y suelen durar de 9 a 12 meses y, en algunas ocasiones, hasta 2 años.

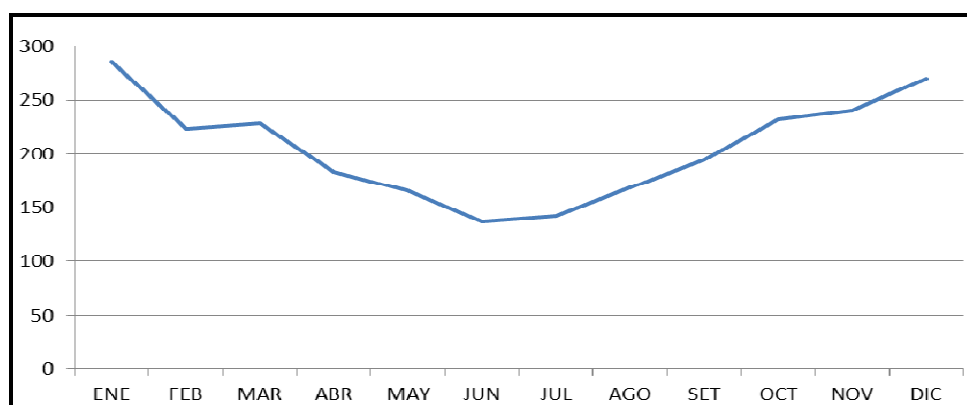
La temperatura promedio en verano es de 23°C y en invierno de 12°C. La temperatura mínima pocas veces baja de los 0°C y la máxima pocas veces supera los 35°C.

<sup>3</sup> Fuente: Series Estadísticas del INIA y relevamientos pluviométricos del establecimiento.

<sup>4</sup> Fuente: Elaboración propia en base a datos del INIA.

Figura 4: Análisis estacional de la temperatura.<sup>5</sup>

La insolación u horas de sol efectivas para todo el Uruguay es de aproximadamente 2500 horas, con un máximo de 2600 horas en Salto y un mínimo de 2300 horas en la costa oceánica. En la región de Colonia el promedio anual de insolación esta en 2500 horas.

Figura 5: Horas mensuales de insolación directa.<sup>6</sup>

Los vientos en la zona de Colonia suelen ser leves.

Existe un régimen atmosférico local y uno general. El sistema general esta determinado por un anticiclón en el Atlántico que suele ubicarse al noroeste del Chuy. De allí que los vientos predominantes sean del norte, noreste a lo largo del año. Luego de varios días de estos vientos generales del norte que suavemente van bajando la presión atmosférica, se produce una rápida rotación al sudoeste y se levanta un fuerte viento conocido como el Pampero (por provenir de las pampas argentinas). El Pampero

<sup>5</sup> Fuente: Elaboración propia en base a datos del INIA.

<sup>6</sup> Fuente: Series Estadísticas del INIA.

suele venir con fuertes tormentas y altas precipitaciones. En oportunidades se produce un nortazo donde la presión baja rápidamente y luego se recompone en forma violenta con un pampero que puede alcanzar los 140 km por hora, aunque habitualmente no supera los 60 km por hora.

En otoño e invierno se producen las sudestadas, que son vientos del segundo cuadrante habitualmente acompañados de lluvias, que pueden prolongarse en temporal y durar hasta una semana. Ello ocurre como consecuencia de un centro de baja presión ubicado cerca del de alta presión. Entre los dos se forman las corrientes de aire húmedo que traen las lluvias desde el Atlántico.

El régimen climático local se origina en las corrientes térmicas derivadas de la diferente temperatura entre las aguas del Río de la Plata y las tierras de la costa. En verano, los días de sol calientan las tierras hasta 40 grados de temperatura mientras que las aguas del río no pasan de 26 grados. Ello calienta en forma diferente las masas de aire que se ubican sobre la tierra y sobre el agua. A su vez, ello ocasiona diferencias de presión local. A las dos o tres de la tarde dichas diferencias de presión producen un viento (del río hacia la tierra) conocido como la virazón y que dura hasta que se equilibra las presiones. Este viento es del este, pero que sumado al componente norte del clima general, da una resultante de vientos del primer cuadrante. Ocasionalmente, en veranos húmedos, se forman pequeños frentes locales que generan el tradicional chaparrón de verano. A la noche se revierte el proceso, en especial en el mes de febrero. Las aguas del río se mantienen cálidas durante la noche y las tierras se enfrían generándose el terral, el cual sumado a la circulación predominante del norte puede ocasionar vientos locales de hasta 35 km por hora.

Los cambios de frente en verano son bastante rutinarios. Se puede prever un Pampero cada diez días. La diferencia de sus vientos es muy variable. En primavera y verano los riesgos de tormentas violentas acompañadas de piedra son altos. Uno o dos episodios de granizo anuales son previsibles, aunque no siempre de la magnitud suficiente como para ocasionar daños económicos en los cultivos.

Equipamiento actual de Agroguay S.A.

Agroguay S.A. cuenta actualmente con las siguientes maquinarias:

| Maquina                       | Función                                                           | Valor (US\$) |                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Maquina embolsadora</b>    | Embolsado de las semillas en las silo-bolsas.                     | 14,000.      |    |
| <b>Maquina desembolsadora</b> | Desembolsado de semillas de las silo-bolsas.                      | 18,000.      |    |
| <b>Tractor John Deer 90hp</b> | Trabajos de estructura y labranza.                                | 40,000.      |    |
| <b>Pala de tierra</b>         | Trabajos de estructura.                                           | 5,000        |   |
| <b>Carro de transporte</b>    | Transporte de productos (agroquímicos, semillas y otros insumos). | 6,000        |  |
| <b>Desmalezadora</b>          | Corte y triturado de malezas                                      | 4,000.       |  |
| <b>Camioneta Ford Ranger</b>  | Movimiento de personal e insumos                                  | 28,000.      |  |

Tabla 2: Equipamiento de Agroguay SA.

### Personal actual

Actualmente Agroguay S.A. cuenta con un gerente y un encargado como personal permanente, y con la asistencia de dos ingenieros agrónomos (uno generalista y uno local).

El gerente es el encargado de tomar todas las decisiones. Es quien efectúa todas las compras de insumos, ventas de cereal, y efectúa todos los pagos, revisa las facturas y las cuentas de los proveedores, sigue las alternativas del clima, toma las decisiones de los cultivos a sembrar, determina variedades y tipos de semilla, opta por las fechas de siembra óptimas para cada cultivo, evalúa los riesgos de los precios de las commodities y su volatilidad, y contrata los seguros. Mantiene la relación con los contadores (tercerizados) de la empresa. Efectúa la planificación financiera, y la planificación fiscal. Revisa los balances, lleva las actas societarias, informa a los socios.

Los ingenieros agrónomos asesoran al gerente en todos los aspectos del proceso productivo. Son quienes aconsejan sobre el cultivo que es conviene efectuar en función de la rotación y la previsión climática. Analizan las variedades y tipos de semilla. Sugieren las épocas de siembra. Efectúan los análisis de suelo y determinan las necesidades de nutrientes y fertilización. Realizan los controles de insectos y otras plagas, malezas, hongos y enfermedades virosicas o bacterianas de las plantas. Sugieren los tratamientos a efectuar por vía terrestre o aérea, de insecticidas, herbicidas, fungicidas o mecánicos. Determinan productos y dosis. Controlan las sembradoras, densidad y profundidad de siembra. Controlan las cosechadoras, cabezales y velocidad de cosecha. Y finalmente efectúan los planes plurianuales a fin que el gerente pueda realizar el plan y presupuesto económico y financiero.

El encargado es el responsable de controlar los trabajos que se realizan en el campo. Estos incluyen la preparación del terreno, la preparación de la semilla, el control de la siembra, el control de la aplicación de fertilizaciones, de malezas, de insectos, de hongos, de aves, asistir y controlar las cosechas, cargar y pesar los camiones, hacer las cartas de porte y los despachos, recibir los insumos, contratar personal temporario.

El sistema operativo de la empresa se basa en tener poco personal pero muy eficiente y motivado. Todos totalmente comprometidos con la empresa con un espíritu de honestidad e idoneidad para las funciones que desempeñan.

La totalidad de los trabajos agrícolas se tercerizan con contratistas especializados en laboreos, siembras, fertilizaciones, cosecha y fletes.

## **CAPITULO 2: LA AGRICULTURA Y EL MERCADO**

### **2.1 - La agricultura**

El objetivo de la agricultura es la producción de alimentos de origen vegetal. Durante años sólo se practico agricultura extensiva con herramientas del siglo pasado basadas en la roturación de la tierra como se hace en Europa desde hace milenios. En la última década, en la Republica Oriental del Uruguay se ha asistido a una revolución tecnológica.

Entre los cambios se destacan las semillas genéticamente modificadas, la mejor gestión de los nutrientes del suelo y el mejor control de plagas. Las semillas genéticamente modificadas resistentes a herbicidas permitieron remplazar la roturación de la tierra por el sistema de siembra directa. Todos estos cambios han permitido aumentar los rendimientos de las cosechas.

La agricultura intensiva es un sistema de producción agrícola que optimiza los medios de producción. Este tipo de agricultura da un uso eficiente de la mano de obra, los insumos y la capitalización con el fin de maximizar la ganancia y la productividad agrícola, así como la conservación de los suelos.

Según la FAO<sup>7</sup> (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) el mundo requerirá un importante aumento en la producción agrícola en las próximas décadas para cubrir las crecientes necesidades de alimentación de la población. Para poder satisfacer esta demanda se deberá aumentar la producción de alimentos, sea ampliando la superficie cultivada o incrementando la producción por superficie. Debido a que se estima que la población seguirá creciendo a tasas considerablemente altas se puede esperar un constante incremento de demanda de los productos agrícolas, dando una buena perspectiva futura al sector.

---

<sup>7</sup> Fuente: Cumbre mundial sobre la agricultura 1996 - FAO.

Por más que se hayan logrado grandes avances en la producción agrícola, el agua sigue siendo una de las limitantes más importantes. Según la FAO un uso inteligente del agua en la producción de agrícola será crucial para el abastecimiento de alimentos al mundo en el futuro cercano.

La República Oriental del Uruguay recibe su nombre del río Uruguay. Este recibe su enorme caudal de las selvas y pantanos del Brasil subtropical, de las sierras y llanos del sur del Brasil, de los arroyos y riachos de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Al llegar a Punta Gorda se le suma el gigantesco caudal del Paraná y sus afluentes. Todos estos ríos terminan desembocando en el Río de la Plata. El enorme caudal de estos ríos convierte al Uruguay en quizás el país del mundo con mas agua dulce renovable por habitante.

## **2.2 - Proceso productivo**

Todas las campañas productivas siguen un determinado ciclo productivo. Este tendrá diferentes fechas según el cultivo que se desee producir pero tendrá siempre las mismas etapas. El ciclo de un producto dura desde la preparación del terreno hasta la venta y entrega del cultivo.

### Diagrama del proceso productivo

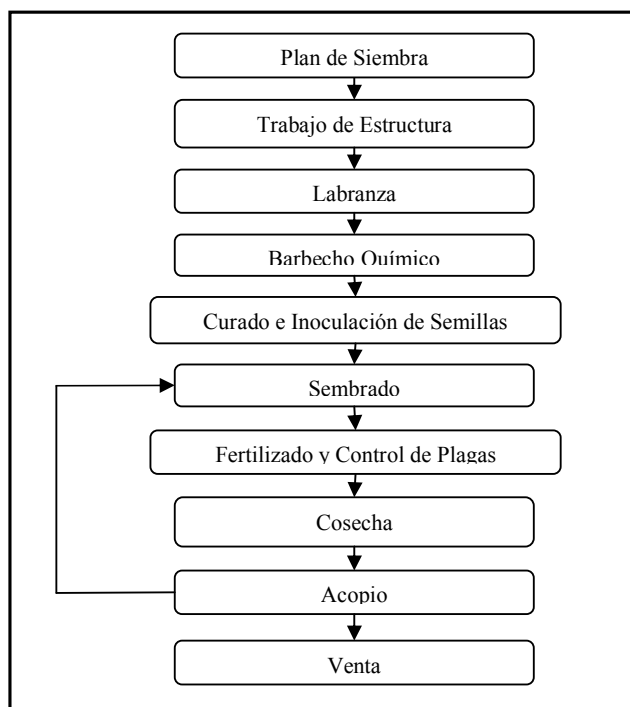


Figura 6: Diagrama del proceso productivo.

## 1. Plan de siembra

Antes de comenzar toda campaña agrícola se debe determinar el cultivo a producir. Esta elección no es fácil ya que hay una gran variedad de cultivos que se pueden realizar, todos con distintos requisitos, riesgos, costos, y beneficios. Una vez elegido el producto se debe elegir la variedad de la semilla, ya que incluso por cada producto hay una amplia gama de variedades que varían el rinde potencial, resistencia a la sequía, período de germinación y ciclo. Agroguay S.A. realiza esta etapa en conjunto con dos ingenieros agrónomos. Los ingenieros, en base a las características del suelo, el pronóstico anual de lluvias (ciclo de la niña o el niño), y las perspectivas de precios, recomiendan sobre el cultivo y la variedad a seleccionar.

En el plan de siembra se tiene que definir que cultivos a sembrar, en que superficie y las fechas de siembra. Un plan de siembra detallado permite: (i) presupuestar insumos con tiempo y comprarlos cuando el precio se considera bueno; y (ii) acordar con contratistas con anticipación y no depender de la disponibilidad de los mismos a último momento.

Factores en la elección del cultivo:

1) Cultivos antecesores: Para poder preservar la calidad y estructura del suelo se debe tener una estrategia de rotación de cultivos. Esta estrategia ayuda a fijar nutrientes que son eliminados y mejora la materia orgánica en el suelo.

2) Cobertura presente: El sistema de siembra directa permite conservar los rastrojos sobre el suelo de los cultivos antecesores. Estos forman una cobertura que protege el suelo reduciendo la erosión y conservando la humedad en el suelo. Cada cultivo deja una cobertura distinta. En el caso de que un lote tenga baja cobertura de rastrojos lo mejor sería realizar un cultivo que aporte una buena cantidad de rastrojos, como es el maíz. Tanto el maíz como el trigo tienen residuos más fibrosos que no se degradan tan rápidamente como el rastrojo de soja.

3) Disponibilidad económica para la campaña agrícola: Como cada cultivo requiere una inversión distinta es importante identificar que cultivos son factibles sembrar en término de los fondos disponibles.

## 2. Trabajos de estructura

Una vez definido el plan, se realizan trabajos de estructura en el establecimiento a fin de que los suelos y caminos estén en condiciones óptimas para todas las tareas necesarias para la producción. En esta etapa se utiliza el tractor de Agroguay S.A. para emparejar los lotes y tapar cañadas provocadas por erosión para facilitar la siembra,

cosecha y fumigación. También se arreglan los caminos internos para facilitar el movimiento de los camiones que transportaran la producción a las cerealeras.

### 3. Labranza

Para la siembra se deben preparar los lotes para que estos estén en condiciones óptimas para poder sembrar en fecha y forma. El suelo de siembra debe ser fino, firme y parejo.

La labranza es un proceso utilizado desde la antigüedad, pero que hoy en día es cada vez menos usado gracias al desarrollo de la siembra directa (ver etapa 6). La labranza actual busca principalmente destruir las malezas. El desmalezado de los lotes consiste en cortar y triturar las malezas no controladas. Las malezas se atacan también más adelante en el barbecho químico (ver etapa 4) pero igual se deben triturar si su tamaño es considerable, para poder realizar el proceso de sembrado fluido y sin atascamientos en las maquinarias.

### 4. Barbecho químico

Luego de preparar las condiciones físicas del suelo se procede al barbecho químico. En los planteos de producción de siembra directa, un barbecho químico eficaz es una de las herramientas claves para el éxito de una campaña. Este consiste en mantener el suelo (que permanece sin remoción) libre de malezas durante el período de tiempo que va desde la cosecha del cultivo predecesor hasta la siembra del siguiente a través del uso de herbicidas.

Las malezas son todas las plantas que compiten con el cultivo a producir. Pueden ser de origen natural o semillas del cultivo de campañas anteriores. La eliminación de las malezas permite además evitar que estas consuman el agua que se acumula en el perfil durante el periodo que no se tiene cultivo. Ello permite que la humedad esté disponible para el cultivo, y permite elegir con mayor precisión el momento de la siembra, sin depender de lluvias del momento para poder realizarla. Luego de eliminar las malezas se suele aplicar fertilizaciones para recomponer nutrientes del suelo, y así poder tener una siembra exitosa.

Para eliminar las malezas se realizan fumigaciones con herbicidas. Los herbicidas a utilizar dependen del cultivo a sembrar, las características del campo y las malezas existentes.

El herbicida más común es el glifosato, un herbicida de amplio espectro que afecta casi la totalidad de las malezas presentes. Los cultivos de la soja y el maíz tienen variedades resistentes al glifosato, lo que permite eliminar las malezas sin afectar al cultivo. En el caso de que surjan malezas resistentes al glifosato se debe fumigar con herbicidas específicos.

#### 5. Curado e inoculación de la semilla

A fin de reducir los riesgos biológicos de la etapa de siembra se “cura” la semilla. Este curado permite eliminar ciertos patógenos y prevenir las posibles enfermedades que provengan del suelo. El curado utiliza fungicidas sistémicos que son absorbidos por la planta en su germinación. Esta práctica permite controlar enfermedades en los primeros estadios del cultivo.

Además del curado, en esta etapa, las semillas de soja son inoculadas. Este proceso adhiere bacterias fijadoras de nitrógeno sobre la superficie de las semillas. Estas bacterias infectan las raíces una vez germinada la semilla, las cuales fijan nitrógeno del aire en el suelo, el cual es luego consumido por la planta, ayudando a su crecimiento.

#### 6. Sembrado

La siembra consiste en plantar las semillas en el suelo para que, a partir de ellas, se desarrollen las nuevas plantas. La siembra directa (método actualmente utilizado) busca conservar sobre la superficie del suelo el “rastreo” (material biológico remanente) del cultivo anterior. La siembra directa también logra reducir al mínimo la labranza requerida para cultivar, dando mayor importancia al uso de medios químicos para reducir las malezas.

Antes de la aparición de la siembra directa los terrenos eran arados para las siembras. Este proceso modifica la atmósfera interior del suelo al permitir el ingreso de oxígeno al suelo. Esta oxigenación aumenta los procesos oxidativos de la materia orgánica y libera dióxido de carbono. Esto resulta en una pérdida de materia orgánica, lo que libera una gran cantidad de nutrientes aumentando la fertilidad inmediata del suelo. Pero si el proceso de arado se repite en años sucesivos, la materia orgánica disponible para descomponer disminuye considerablemente reduciendo la producción. Por otro lado, la materia orgánica tiene un papel muy importante en la estructura del suelo, con lo que su disminución provoca pérdida de la permeabilidad, de aireamiento, y

un aumento de la erosión del suelo. Estos efectos se evitan con la siembra directa, la que siembra las semillas con mínimo movimiento del suelo.<sup>8</sup>

La luz solar tiene gran importancia en la producción y reproducción de los cultivos. La relación entre posición del sol, trazo de surcos y distancia entre plantaciones determina el grado de desarrollo de los cultivos, ya que una mala distribución produce sombras que pudieran obstruir una adecuada luminosidad, o no cubriendo el suelo, provocando evaporación que reduce la humedad, por ende menor absorción de agua y menos rindes. Se debe reducir al mínimo las posibilidades de competencia por la luz solar. Para lograr esto, el trazo de los surcos de la plantación debe dirigirse de sur a norte a fin de que la sombra tanto de la mañana como de la tarde se refleje en el surco y no sobre la planta vecina.

## 7. Fertilización

Las plantas, a través de la fotosíntesis, generan materia orgánica consumiendo dióxido de carbono, agua, nutrientes del suelo, aire y luz solar. En los suelos donde se repiten campañas año tras año se van agotando los nutrientes disponibles, por lo que es necesario aportar los elementos que el cultivo necesita y que el suelo no es capaz de suministrar. La fertilización es el aporte artificial de nutrientes al suelo. Los nutrientes mas comúnmente aportados son el fósforo y el nitrógeno.



Figura 7: Fumigadora mosquito en operación.

---

<sup>8</sup> Fuente: Manual de Consulta Agropecuario, Ing. P. A. Emilio Vernet.

El fertilizante más utilizado es la urea. La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, quienes absorben la luz para la fotosíntesis.

En el caso específico de Uruguay los suelos suelen ser deficientes en fósforo. De allí que sea conveniente al momento de la siembra incorporar fosfato diamónico.

En el eventual caso que se detecte una faltante de un nutriente determinado se deberá fertilizar con productos más específicos.

## 8. Control de plagas

La fumigación es el proceso en el que se aportan al cultivo productos químicos buscando atacar las plagas que pueden afectar la producción. Este proceso incluye controlar malezas, hongos, patógenos e insectos.

Control de malezas<sup>9</sup>:

Las malezas compiten con las plantas cultivadas por los nutrientes del suelo, agua y luz, disminuyendo la producción, y además obstruyen el proceso de cosecha y contaminan la producción obtenida aumentando los costos posteriores. La presencia de las malezas en áreas cultivables también reduce la eficiencia de la fertilización y facilita la aparición de otras plagas. Por todos estos motivos y para no comprometer la calidad y el rendimiento de la producción se las buscan eliminar.

El método utilizado para el control de malezas es el control químico a través de herbicidas. Un herbicida es un producto que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de una planta. Los herbicidas pueden ser clasificados de acuerdo a su época de aplicación, selectividad, tipo, familia química y modo de acción.

Para poder seleccionar el herbicida adecuado para el control de malezas se debe primero identificar las malezas específicas que están atacando al cultivo. La identificación de malezas debe ser precisa, ya que cada maleza requerirá un herbicida específico.

Cuando las plantas cultivadas crecen, estas tapan los surcos lo cual impide el crecimiento de malezas por falta de luz solar. Por este motivo la etapa más importante a

---

<sup>9</sup> Fuente: Informe: Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción, Enrique Rosales Robles.

controlar las malezas es en el período pre-siembra y post-siembra, en el cual las plantas son más vulnerables. Una vez crecida la planta no es común la necesidad de fumigar con herbicidas.

#### Control de hongos:

Los hongos son patógenos que atacan a los cultivos en todas las etapas de crecimiento. Su control es muy importante para evitar reducciones de rindes, de calidad y hasta en algunos casos la pérdida total de la cosecha. El control de hongos se realiza por medio de la fumigación con funguicidas. Estos sirven para proteger las semillas de granos durante su almacenamiento, transportación y germinación, y también para curar a las plantas en sus diferentes etapas. Los fungicidas son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los hongos.

#### Control de insectos:

Existen una gran variedad de insectos que se alimentan de cultivos. En la agricultura intensiva los insectos se suelen reproducir a velocidades muy aceleradas al punto que pueden representar un riesgo muy alto a la producción. Los insectos pueden atacar la semilla, el tallo, la hoja, la flor o el grano de los cultivos. El control de insectos se realiza por medio de la fumigación con insecticidas. Los insecticidas, según su forma de actuar sobre el insecto, se clasifican en: de contacto, de ingestión, sistémicos, de inhalación o asfixiantes, y de atracción y repulsión. El tipo de insecticida a utilizar dependerá de la plaga de insectos que este atacando al cultivo.

### 9. Cosecha

La cosecha es el proceso en que se extrae la semilla a comercializar del cultivo. La cosecha para el trigo, la soja y el maíz es mecanizada, la que tiene como ventaja la rapidez y un bajo costo por tonelada recolectada. Como la inversión para la adquisición de la maquinaria de cosecha y el costo de mantenimiento es muy alta, Agroguay S.A. subcontrata estos trabajos.

La cosecha es una labor que debe realizarse en el momento oportuno y con cuidadosa operación. La condición de cosecha se manifiesta principalmente porque las hojas se amarillean y se secan, los tallos se vuelven quebradizos. La declinación de la humedad es rápida después de la caída de las hojas, lo que obliga a una constante revisión del cultivo para realizar la cosecha en el momento adecuado. Si se cosecha temprano las semillas tendrán demasiada humedad y requerirán un trabajo de secado físico posterior, incrementando los costos. Si en cambio se cosecha tarde, las plantas estarán demasiado quebradizas reduciendo el rendimiento obtenido debido a las pérdidas generadas por los granos que caen al suelo.



Figura 8: Cosechadora en operación.

En el caso de que se quiera cosechar pero todavía está húmedo el cultivo se puede utilizar defoliantes. Estos productos químicos aceleran el secado, adelantando y facilitando la cosecha. Para poder aplicar estos se debe estar seguro que las semillas estén maduras fisiológicamente.

El estado del suelo es también importante. Si el suelo está húmedo y blando las cosechadoras pueden tener complicaciones para cosechar ya que se pueden encajar o incluso pueden no controlar con precisión la altura de la sembradora aumentando el tiempo de cosecha y reduciendo el rendimiento obtenido.

Gracias a que los contratistas utilizan varias cosechadoras al mismo tiempo, el período de cosecha es muy corto (de 4 a 10 días dependiendo de las condiciones climáticas).

#### 10. Acopio

Una vez finalizada la cosecha se almacenan las semillas en silo-bolsas hasta que se decida comercializarlas. Estas permiten almacenar los granos en el campo, reduciendo de ese modo la incertidumbre y los riesgos de no poder contar con un lugar adecuado de acopio y transporte, antes de la comercialización. De este modo el productor puede retener la cosecha a bajo costo, mejorando su poder de negociación para la comercialización. El principio básico del almacenamiento en bolsas es el de guardar los granos secos en una atmósfera modificada, con bajo oxígeno y alta

concentración de dióxido de carbono. Con esto se logra el control de insectos y de hongos que arruinarían los granos.



Figura 9: Proceso de acopio.<sup>10</sup>

Se debe tener en cuenta la calidad del grano a embolsar, los cuales deben estar sanos, sin daños, secos y limpios. El tiempo de conservación en las silo-bolsas dependerán básicamente de la humedad de los granos.

| Tipo de Grano   |         | Riesgo por tiempo de almacenamiento |          |          |
|-----------------|---------|-------------------------------------|----------|----------|
|                 | Humedad | bajo                                | medio    | Alto     |
| Soja-Maíz-Trigo | <14%    | 6 meses                             | 12 meses | 18 meses |
| Soja-Maíz-Trigo | 14-16%  | 2 meses                             | 6 meses  | 12 meses |
| Soja-Maíz-Trigo | >16%    | 1 mes                               | 2 meses  | 3 meses  |

Tabla 3: Granos - Riesgos por tipo de almacenamiento <sup>11</sup>

El material a embolsar debe ser lo más homogéneo posible en cuanto a su contenido de humedad. Cargar la bolsa con partidas de diferente contenido de humedad aumenta los procesos de fermentación y pudrición de los granos que se encuentran en las zonas de contacto de diferente humedad.

La bolsa se debe ubicar en: (i) lugares altos con piso firme y liso, donde sea fácil maniobrar para el vaciado; (ii) un lugar sin pendientes cruzadas donde la bolsa pueda actuar como muro de contención del agua de lluvia; (iii) un lugar lejos de árboles o

<sup>10</sup> Fuente: Propia.

<sup>11</sup>Fuente: INIA - <http://www.inia.org.uy/sitios/mnt/Silo%20bolsa%20completo.pdf>

posibles fuentes de rotura; (iv) lugares protegidos de animales domésticos y salvajes; y (v) con orientación de Norte a Sur para facilitar la insolación pareja en los laterales.

Agroguay S.A. posee las maquinarias necesarias para el embolsado y desembolsado así no tener que depender de terceros en el almacenamiento de los granos.

## 11. Transporte

Agroguay S.A. subcontrata el servicio de transporte de la producción del campo a las cerealeras. Cuando se decide vender la producción se desembolsan de la silo-bolsa los granos y se cargan a los camiones del contratista. Estos cobran 10 US\$ por tonelada transportada. Cada camión puede transportar 28 toneladas de cereal.

## 12. Venta

La venta de la producción se realiza a exportadores o acopios locales. Entre los exportadores se encuentran Garmet, Dreyfus, Nidera o Cargill. Entre los acopios locales están Copagran, Erro o Todocampo. Los métodos de venta son muy variados, se puede vender a contado, con futuros u otros instrumentos financieros. Las cerealeras cobran una comisión del 2% por la comercialización y agregan un extra si la humedad supera el 13%, ya que la cerealera se ocupa del secado mecánico final. La venta a la exportación puede incluir el envío directo al puerto con ahorro de comisiones, fletes y adecuación de mercadería. Ello es solo posible si la mercadería esta en condiciones de cámara<sup>12</sup>. En Uruguay la venta de cereal es muy sencilla. El comercio de granos es muy fluido siendo la mayoría de la producción destinada a exportación.

Como Uruguay es un mercado abierto el precio de los commodities esta directamente relacionado al precio que se registra en Chicago (la bolsa de commodities más grande del mundo), pero con una diferencia de 6% menor ya que en el precio de venta en Uruguay se debe agregar el costo de transporte marítimo. A veces como consecuencia de mayor demanda o escasez de oferta o necesidad puntual de los exportadores de llenar un barco, el precio puede llegar a superar al de Chicago.

---

<sup>12</sup> Condición de cámara: condición del cereal exigida por la cerealera para exportación directa.

## **2.3 - La soja**

La soja, una especie vegetal de la familia de las leguminosas, es un cultivo globalmente muy difundido. Los cuatros países con mayor producción de soja son Estados Unidos, Brasil, Argentina y China<sup>13</sup>. Por su lado China además es el principal consumidor de soja a nivel mundial destinándola a alimentación de pollos y cerdos.



La soja es una planta herbácea anual, de primavera-verano, cuyo ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses. El tallo es rígido y erecto, adquiere alturas entre 40 cm y 1,5 m. La raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 50 cm. La semilla es rica en proteínas y en aceites.

Son muchos los usos que se le da a las semillas de la soja, siendo los más importantes la obtención de proteínas, aceite, lecitina y forrajes. Se cultiva principalmente para la producción de semillas y la transformación de estas en harina proteica para la elaboración de comida para animales. El aceite se utiliza para alimentación humana y para usos industriales (fabricación de margarinas, mantequillas, chocolates, confitería y últimamente también en la producción de bio-diesel)<sup>14</sup>.

### **Exigencias de clima y suelo**

Las temperaturas que permiten el desarrollo de la soja son entre 20 y 35° C, siendo las temperaturas próximas a 30° C las ideales para su desarrollo. El crecimiento vegetativo de la soja es pequeño o casi nulo en presencia de temperaturas próximas o inferiores a 10° C, quedando frenado por debajo de los 4° C. Temperaturas superiores a los 40° C provocan un efecto no deseado sobre la velocidad de crecimiento, causando problemas a la floración.

---

<sup>13</sup> Fuente: FAO

<sup>14</sup> Fuente: INTA

La soja es una planta sensible a la duración del día. Es una planta de día corto. Es decir, que para la floración de una variedad determinada, se hacen indispensables unas determinadas horas de luz, mientras que para otra, no.

### Técnica de cultivo

La profundidad de siembra óptima esta entre 2 a 4 cm. La densidad de siembra, realizada con sembradora y en líneas separadas entre 35 y 42 cm, debe oscilar entre las 45-50 plantas por metro cuadrado (450.000-500.000 plantas/ha). Normalmente se emplea entre 80 y 90 kg de semillas por hectárea. La densidad variará según el tipo de suelo y la variedad a emplear.<sup>15</sup>

Es muy importante fertilizar los cultivos de soja para obtener mejores rendimientos agrícolas. El principal fertilizante utilizado en la producción de soja es el superfosfato simple. Este fertilizante también se denomina arrancador, porque se aplica en el momento en que se siembra la semilla. El mismo aporta los requerimientos del cultivo en fósforo, azufre y calcio.

La alta demanda de nitrógeno de la soja, estimada en unos 80 kg por tonelada de grano producido, es mayoritariamente cubierta a partir del proceso de fijación biológica de nitrógeno atmosférico. Sin embargo, las bacterias no pueden aportar el nitrógeno suficiente para lograr altas producciones por lo que suele añadirse algo de nitrógeno si el cultivo lo necesita.

Cuando la semilla va madurando, su humedad decrece del 60 al 15% en un período de una o dos semanas. La soja puede recogerse con una cosechadora de cereales, con pérdidas inferiores al 10%. El momento óptimo de recolección es cuando las plantas han llegado a su completa maduración, los tallos no están verdes y el grano está maduro con un porcentaje de humedad del 12-14%.

### Plagas y enfermedades

Malezas: La soja es una planta poco agresiva y por lo tanto las malezas son la principal limitante de su desarrollo, especialmente durante las fases iniciales. El uso del herbicida glifosato, el cual al aplicarse mata y seca casi todas las malezas y no daña la soja permitió el gran desarrollo del cultivo en vastas áreas. Hay algunas resistentes,

---

<sup>15</sup> Fuente: CREA – Producción de Soja.

como la “rama negra”. Cuando esta aparece se debe aplicar un producto específico para su eliminación. El uso generalizado del glifosato provoca lentamente la resistencia de algunas malezas a este producto. Por esto se aconseja la mezcla de productos.

**Insectos:** Existen distintos tipos de insectos que afectan el desarrollo de la soja. Los tipos de insectos van variando a medida que cambia el estado de crecimiento del cultivo. Cuando la soja se encuentra en estadios tempranos es susceptible al ataque de orugas des-foliadoras. Las mismas se alimentan de las hojas reduciendo el área por el cual la planta realiza la fotosíntesis. Por otro lado, una vez crecida la planta aparecen las chinches, las cuales se alimentan de las vainas dañando el grano formado o inhabilitando que se forme el mismo. Otros ejemplos de insectos que atacan la soja son: el pulgón (aparece hacia el fin de la primavera atacando hojas y brotes); arañuela (ataca durante el verano, principalmente en los años secos); trips (insectos chupadores de años de secos); orugas de gardama (atacan las hojas); heliothis armígera bolillera (oruga que ataca las hojas tiernas, botones florales y vainas jóvenes); rosquilla (oruga que ataca a las hojas provocando defoliaciones). Cada plaga de insectos se controla con herbicidas específicos.

**Enfermedades:** Las principales enfermedades que afecta a la soja son las conocidas como enfermedades de fin de ciclo, las mismas son un conjunto de enfermedades fúngicas que afectan a las hojas y tallos generando defoliación, reduciendo el área disponible para la fotosíntesis, o afectando a la calidad de los granos. Se destaca la mancha de ojo de rana, la misma consiste en la generación de circunferencias en las hojas donde la misma esta muerta. Esta mortandad va creciendo y aumentando hasta afectar toda la superficie de la hoja. También se ha detectado la roya de la hoja en años húmedos. Estas enfermedades se pueden combatir con funguicidas.

### Rendimiento

Los rendimientos de la soja dependen de la variedad, el terreno, el clima, y la competencia biológica. En el establecimiento de Agroguay S.A. normalmente se consiguen producciones medias de unos 30 quintales por hectárea. Factores como la mala preparación del suelo, la siembra en época no adecuada, el uso de variedades no adaptadas, la presencia de malezas, una sequía esporádica, un retraso en la fecha de recolección, una elevada humedad de los granos y un equipo de cosecha en mal estado, pueden afectar negativamente los rendimientos finales de producción.

Como se puede apreciar en la figura 10, el rendimiento mundial de la producción de soja en quintales por hectárea ha aumentado a una tasa anual promedio de 2%. Considerando que con nuevas variedades el rendimiento seguirá creciendo a estos ritmos y partiendo de un rendimiento esperado para el 2012 de 30 quintales por

hectárea, el rendimiento esperado para los próximos 10 años se asumen según la siguiente tabla:

| Año                    | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rinde Esperado (qq/ha) | 30   | 31   | 31   | 32   | 32   | 33   | 34   | 34   | 35   | 36   | 37   |

Tabla 4: Soja - Rendimiento esperado sin riego.<sup>16</sup>

En el caso de que se decida utilizar riego, el rinde de soja se aproximaría al rinde potencial del cultivo de 55 qq/ha, dando un rinde esperado para los próximos 10 años según la siguiente tabla:

| Año                                     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rendimiento Potencial con riego (qq/ha) | 55   | 56   | 57   | 58   | 60   | 61   | 62   | 63   | 64   | 66   | 67   |

Tabla 5: Soja - Rendimiento esperado con riego.

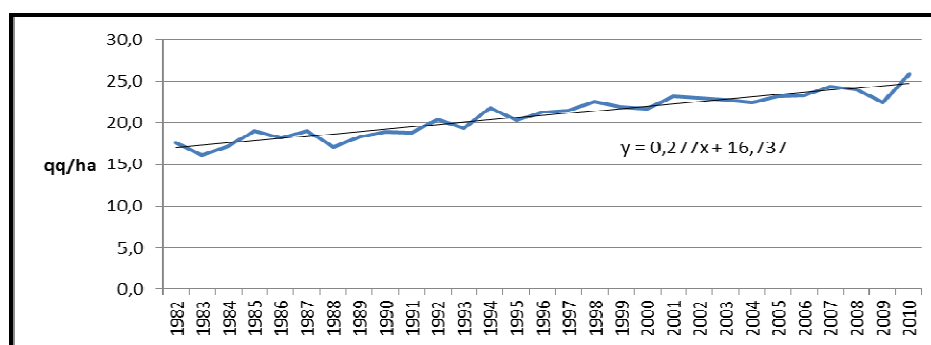


Figura 10: Soja - Rendimiento histórico mundial.

### Precio

La planificación y estrategia de comercialización son de gran importancia en la agricultura, ya que por más que se conozca al detalle el costo de producción, no se sabe ni el rendimiento que se tendrá ni el precio al que se venderá. El precio de referencia de la soja para nuestro análisis será el de la Bolsa de Chicago considerando un descuento del 6% para considerar el costo del transporte marítimo.

El precio de la soja al ser un commodity es establecido por el mercado internacional. Actualmente la tonelada de soja en el puerto de Nueva Palmira, Uruguay,

<sup>16</sup> Rendimientos medios esperados en condiciones climáticas normales.

se comercializa a aproximadamente 550 dólares. Siguiendo la metodología de mean reversion<sup>17</sup> se pronostico el precio de la soja para los próximos 10 años.

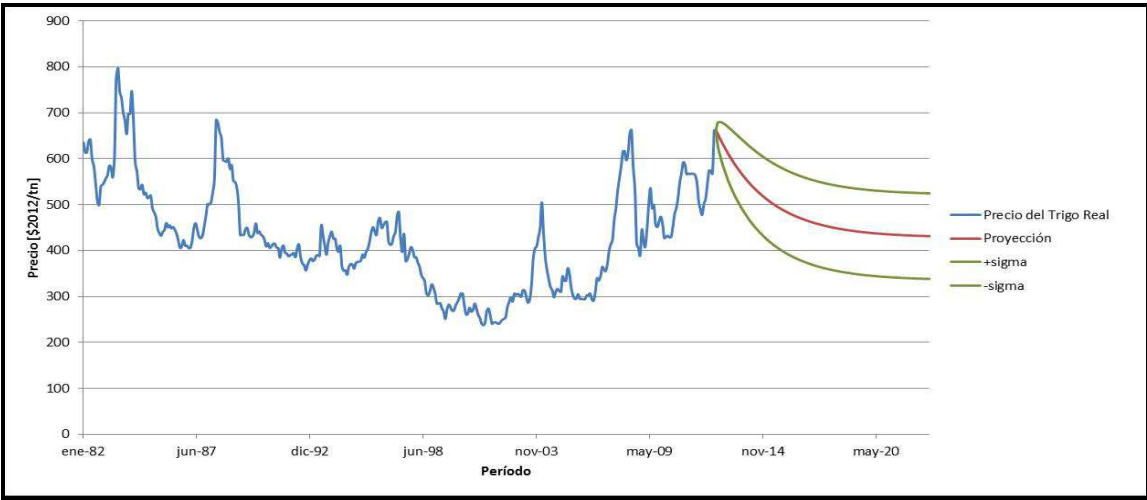


Figura 11: Proyección precio de la soja (valores constantes).

En la figura 11 se ve la proyección del precio de la soja en moneda constante del 2012. El precio nominal que se espera percibir será:

| Año                  |          | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Precio<br>(US\$/Ton) | Máximo   | 583  | 627  | 602  | 585  | 577  | 575  | 579  | 587  | 597  | 608  | 621  |
|                      | Esperado | 564  | 561  | 520  | 496  | 484  | 479  | 480  | 485  | 492  | 501  | 511  |
|                      | Mínimo   | 546  | 496  | 439  | 407  | 390  | 382  | 380  | 382  | 387  | 393  | 401  |

Tabla 6: Proyección precio de la soja (valores corrientes).

Hay que notar que estas proyecciones son valores aproximados. La soja al ser un commodity su precio es muy volátil con especial movimiento frente a condiciones económicas y climáticas internacionales. Su valor también es afectado por especuladores y los fondos de inversión, aunque a mediano plazo siempre manda la realidad del mercado.

Hay que tener en cuenta que la demanda de soja a nivel mundial depende enormemente de la actividad económica de China e India, mientras que la oferta depende de los resultados de las cosechas de los principales productores. Por ejemplo si China sufre de una recesión el precio de la soja bajara, o si la cosecha de alguna región se ve afectada por alguna condición climática el precio subirá.

<sup>17</sup> Ver Anexo 2: Proyección precio soja.

## **2.4 - El trigo**

El trigo, una planta de la familia de las gramíneas, es uno de los granos de mayor producción mundial, la cual alcanza las 680 millones de toneladas en 2011<sup>18</sup>.

El grano del trigo es utilizado para hacer harina, sémola y como base para la producción de muchos otros productos alimenticios. Gran parte de su producción se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial.



Existe una gran diversidad de variedades de trigo. Las variedades más importantes para el comercio son el *Triticum durum* (utilizado principalmente para pastas y sémola), el *Triticum aestivum* (utilizado para elaborar pan) y el *Triticum compactum* (utilizado para hacer galletas).<sup>19</sup>

El empleo de trigos de ciclo largo o corto, no es indiferente para el buen éxito de la cosecha. Uno de los mecanismos de resistencia a la sequía es la precocidad de la variedad, que hace que ésta escape a la misma y a los calores del final del período de llenado del grano, aunque las variedades de ciclo más largo tienen un potencial productivo mayor.

### **Exigencias de clima y suelo<sup>20</sup>**

El trigo crece en ambientes con características muy diversas, y su rendimiento dependerá principalmente de las condiciones climáticas, incluyendo la temperatura, la radiación solar, la humedad, las precipitaciones y la calidad del suelo.

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo está entre 10 y 24 °C. La temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado elevada en primavera, ni durante la maduración. Sin embargo, en su etapa de estado

---

<sup>18</sup> Fuente: FAO.

<sup>19</sup> Fuente: Agromercado.

<sup>20</sup> Fuente: CREA – Producción de Trigo

vegetativo resiste bien las heladas. Incluso se ve favorecido por las mismas ya que las heladas limitan las malezas competitivas, los insectos y los hongos.

Un trigo puede desarrollarse bien con aproximadamente 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera.

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Los mejores suelos para su crecimiento deben ser sueltos, profundos, fértiles y libres de inundaciones, y deben tener un pH entre 6,0 y 7,5.

### Técnicas de cultivo<sup>21</sup>

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos: (i) el período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado; (ii) el período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado; y (iii) el período de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección.

El período de germinación y arraigo del trigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor. La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C. La humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad se puede correr el riesgo de pudrimiento.

La siembra de trigo en cultivos rotativos es muy benéfica para los suelos ya que como la mayoría de las gramíneas tiene raíces en cabellera, ayudando a mejorar la estructura de los mismos, y proporcionando mayor aireación, permeabilidad y retención de humedad. También ofrece un rastrojo fibroso que al estar sembrado a una distancia entre surcos de entre 17,5 y 21 cm permite una cobertura del suelo casi perfecta, por ello el cultivo es muy valorado en siembra directa para lograr rápidamente la cobertura del suelo. En el caso de siembra directa deja una buena cobertura en el suelo, permitiendo la recuperación de la materia orgánica.

La siembra debe realizarse en surcos separados a una distancia entre 17,5 y 21 cm., a una profundidad de siembra de 3-6 cm. La densidad de siembra utilizada ronda las 300-400 semillas/m<sup>2</sup>.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Fuente: CREA - Producción de Trigo

El cultivo del trigo absorbe del suelo nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, y magnesio. En el caso de no tener las cantidades óptimas en el suelo se deberá fertilizar.

### Plagas y enfermedades

**Malezas:** La presencia de malezas está influida por la época de siembra, la densidad y el periodo vegetativo del trigo. El empleo de herbicidas en trigo de invierno es considerado en muchos lugares como una medida obligada, además el control temprano de las malezas es particularmente importante en trigo de verano, ya que el rápido crecimiento de las malezas aumenta su poder competitivo. Las malezas mas comunes que compiten con el trigo son las gramíneas adventicias y las gramíneas perennes.

**Insectos:** El trigo suele sufrir ataques de insectos en la raíz, las hojas o la paja, que finalmente privan al grano del alimento suficiente. Los insectos que suelen atacar al trigo son las chinches (atacan los granos dando harina de inferior calidad) y los pulgones (extraen la savia de la planta atacando las hojas y las espigas).

**Enfermedades:** El trigo es susceptible a más enfermedades que cualquiera de los demás granos. Éste puede ser afectado principalmente por enfermedades provenientes de bacterias, hongos, parásitos o por virus. Las enfermedades mas comunes son: Royas (hongos que ocasionan unas pústulas en las hojas y en las espigas de los cereales, disminuyendo el rendimiento); hongos del grupo de los basidiomicetos (atacan al grano de trigo); y la podredumbre de raíz y tallo (hongo que ennegrecen y pudren las plantas).

### Rendimiento

El rendimiento del trigo ha aumentado de manera exponencial a nivel mundial en los últimos años debido a la mejora genética de las variedades y a la mejora de las técnicas de manejo del cultivo.

En el establecimiento de Agroguay S.A. históricamente se obtuvieron rendimientos medios de unos 35 quintales por hectárea. En años excepcionales se han obtenido 60 quintales y años secos 15.

---

<sup>22</sup> Fuente: Info Agro.

Como se puede apreciar en la figura 12, el rendimiento mundial de la producción de trigo en quintales por hectárea ha aumentado a una tasa anual promedio del 1,5%. Considerando que con nuevas variedades el rendimiento seguirá creciendo a estos ritmos y partiendo de un rendimiento esperado para el 2012 de 35 quintales por hectárea, el rendimiento esperado para los próximos 10 años se asumen según la siguiente tabla:

| Año                    | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rinde Esperado (qq/ha) | 35   | 36   | 36   | 37   | 37   | 38   | 38   | 39   | 40   | 40   | 41   |

Tabla 7: Trigo - Rendimiento esperado sin riego.

En el caso de que se decida utilizar riego el rinde de soja se aproximaría rinde potencial del cultivo de 60 qq/ha, dando un rinde esperado para los próximos 10 años según la siguiente tabla:

| Año                                     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rendimiento Potencial con riego (qq/ha) | 60   | 61   | 62   | 63   | 64   | 65   | 66   | 67   | 68   | 69   | 70   |

Tabla 8: Trigo - Rendimiento esperado con riego.

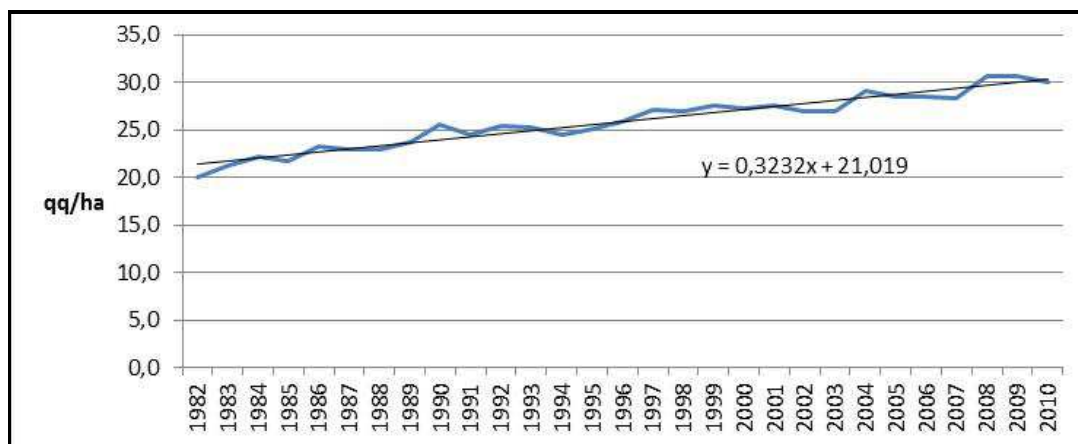


Figura 12: Trigo - Rendimiento histórico mundial.

### Precio

El precio del trigo al ser un commodity es establecido por el mercado internacional. Actualmente la tonelada de trigo en el puerto de Nueva Palmira, Uruguay,

se esta comercializando a aproximadamente 325 dólares. Siguiendo la metodología de mean reversion<sup>23</sup> se pronostico el precio del trigo para los próximos 10 años.

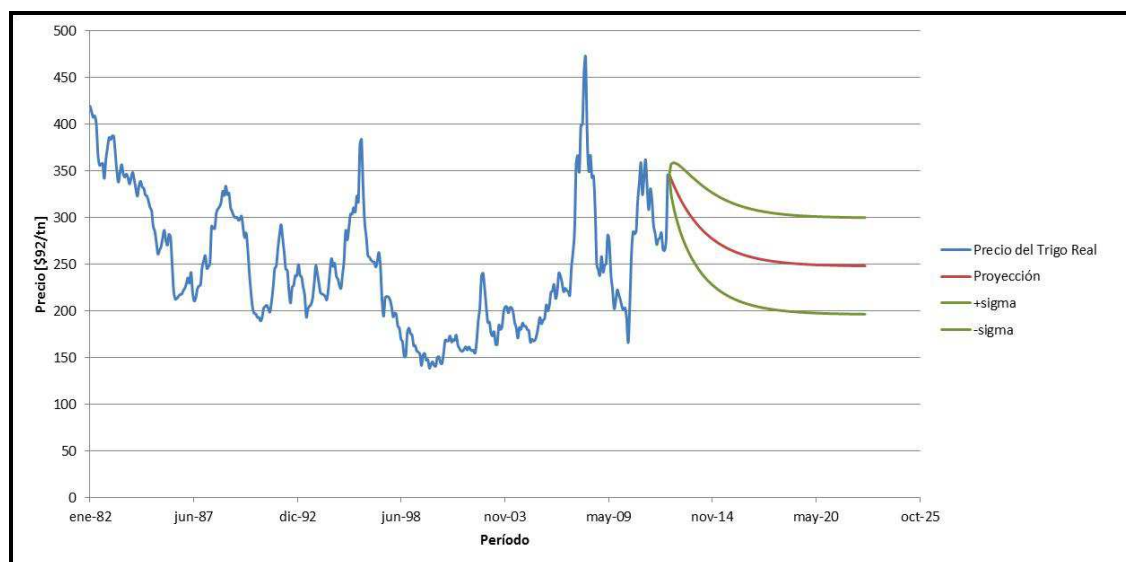


Figura 13: Proyección precio del trigo (valores constantes).

En la figura 13 se ve la proyección del precio de la soja en moneda constante del 2011. El precio nominal que se espera percibir será:

| Año               |          | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Precio (US\$/Ton) | Máximo   | 302  | 333  | 324  | 319  | 318  | 320  | 325  | 332  | 339  | 347  | 355  |
|                   | Esperado | 290  | 295  | 277  | 268  | 266  | 267  | 270  | 275  | 281  | 287  | 294  |
|                   | Mínimo   | 279  | 256  | 229  | 218  | 213  | 213  | 215  | 218  | 222  | 227  | 232  |

Tabla 9: Proyección precio del trigo (valores corrientes).

Hay que notar que estas proyecciones son valores aproximados. El trigo al ser un commodity varia mucho su precio en función de las condiciones económicas y climáticas internacionales.

La demanda de trigo es relativamente inelástica al precio. La oferta, en cambio, es bastante elástica. Esto se debe a que el trigo se destina principalmente al consumo humano, mientras que la oferta depende de la producción, la cual cada 6 meses (campañas de los hemisferios norte y sur) los productores agrícolas toman la decisión cuanto trigo sembrar acorde a los precios.

<sup>23</sup> Ver Anexo 3: Proyección precio trigo

## **2.5 - El maíz**

El maíz, una planta gramínea anual, es actualmente el cereal de mayor producción en el mundo, alcanzando los 840 millones de toneladas en el año 2010. Estados Unidos es el mayor productor con cerca del 45% de la producción total mundial.<sup>24</sup>

El principal uso del maíz es alimentario. Puede cocinarse entero, desgranado (como ingrediente de ensaladas, sopas y otras comidas). La harina de maíz (polenta) puede cocinarse sola o emplearse como ingrediente de otras recetas. El aceite de maíz es uno de los más económicos y es muy usado para freír alimentos.



Extractos del maíz tienen usos como bio-combustible. Recientemente se ha logrado sintetizar un polímero a partir del maíz. Este bio-plástico se comercializa como sorona. A diferencia del plástico del petróleo este se degrada fácilmente en el ambiente. Estas aplicaciones hacen al maíz un posible sustituto del petróleo en el futuro.

Si bien la planta es anual, su rápido crecimiento le permite alcanzar hasta los 2,5 m de altura, con un tallo erguido, rígido y sólido. El tallo es erecto, robusto y sin ramificaciones. Las hojas son largas y de gran tamaño. Las raíces son fasciculadas que aportan un perfecto anclaje a la planta.

### **Exigencias de clima y suelo**

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C. A partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua.

El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo pero suelos con pH entre 6 a 7 son los óptimos. También requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica, con

---

<sup>24</sup> Fuente: FAO

buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del ciclo. Cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo y de floración es cuando más cantidad de agua se requiere, estos son los periodos más críticos porque de ellos va a depender el rendimiento.

### Técnicas de cultivo

Las fechas de siembra son en agosto y septiembre. Aunque actualmente hay maíces de ciclo corto que se pueden sembrar hasta fin de diciembre y principios de enero, lo cual permite realizar dos cultivos por año. Al sembrar en siembra directa se deben implantar 60 mil a 70 mil semillas por hectárea. Los surcos se ubican a 52 cm o a 70 cm. En la siembra se fertiliza el maíz con fosfato di-amónico, el cual aporta fósforo y nitrógeno. Se efectúa la siembra cuando la temperatura del suelo alcance un valor de 12°C. Se siembra a una profundidad de 5cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos, y con sembradoras con distribución mecánica o neumática. Cuando el maíz posee una altura de 15 a 20 cm respecto el suelo y 2 a 3 hojas se fertiliza nuevamente con urea granulada el punto óptimo para aprovechar el fertilizante.

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en calcio, fosforo y potasio. También un aporte de nitrógeno en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo.

Para la recolección de las mazorcas de maíz se aconseja que no exista humedad en las mismas. La recolección se produce de forma mecanizada para la obtención de una cosecha limpia, sin pérdidas de grano. Para la recolección de mazorcas las cosechadoras arrancan la mazorca del tallo, las secan con aire caliente y pasan por un mecanismo desgranador y una vez extraídos los granos se vuelven a secar para eliminar el resto de humedad.

### Plagas y enfermedades

Malezas: Cuando transcurren 3 a 4 semanas de la emergencia de la planta aparecen las primeras malezas que compiten con el cultivo por absorción de agua y nutrientes minerales. Por ello, es conveniente su eliminación inmediata por medio de

herbicidas. Los herbicidas más utilizados con el maíz son: Triazinas, Simazina (combate a Panicum y Digitaria), Dicamba (eficaz contra Polygonum spp. y Cirsium arvense), Cloroacetaminas (eliminan malas hierbas como Cyperus esculentus. Paraquat), Metolacoloro (controla la aparición de gramíneas en el cultivo).

Insectos: Los insectos mas comunes son en el maíz son: Gusano de Alambre ( se alimentan de todas las partes vegetales y subterráneas de las plantas jóvenes), Gusanos Grises (dañan el cuello de la planta), Pulgones (se alimentan de la savia provocando una disminución del rendimiento final del cultivo), La Piral del maíz (es un barrenador del rompe el tallo y daña las mazorcas), Sesamia Nonagrioides (oruga que taladra los tallos del maíz produciendo numerosos daños). Para muchos de los insectos mencionados han salido al mercado materiales genéticamente modificados resistentes a los mismo.

Enfermedades: las enfermedades mas comunes en el maíz son: la Bacteriosis (ataca el maíz dulce, produciendo un bajo crecimiento de la planta), Pseudomonas Alboprecipitans (originan podredumbre del tallo), Helminthosporium Turcicum (atacan las hojas), Antracnosis (produce arrugamiento del limbo y destrucción de la hoja). Se combaten de maneras muy específicas dependiendo de la enfermedad detectada. Además el maíz también se ve afectado por diversas variedades de hongos, como la Roya y el Carbón del maíz. Su lucha se realiza basándose en tratamientos específicos con funguicidas.

### Rendimiento

En 2011 el rinde promedio en Argentina fue de 67 qq/ha. El rendimiento del maíz ha aumentado a nivel mundial en los últimos años debido a la mejora genética de las variedades y a la mejora de las técnicas de manejo del cultivo.

No se ha realizado ninguna siembra de maíz en el establecimiento de Agroguay S.A. debido que el costo de sembrado es muy alto. Al no tener riego el riesgo de perdidas por sequias de enero es muy alto.

Como se puede apreciar en la figura 14, el rendimiento mundial de la producción de maíz en quintales por hectárea ha aumentado a una tasa promedio del 1,6% anual. Considerando que con nuevas variedades el rendimiento seguirá creciendo a estos ritmos y partiendo de un rendimiento esperado de 80 quintales por hectárea, el rendimiento esperado para los próximos 10 años se asumen según la siguiente tabla:

| Año                    | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rinde Esperado (qq/ha) | 80   | 81   | 83   | 84   | 85   | 87   | 88   | 90   | 91   | 92   | 94   |

Tabla 10: Maíz - Rendimiento esperado sin riego.

En el caso de que se decida utilizar riego el rinde de soja se aproximaría rinde potencial del cultivo de 130 qq/ha, dando un rinde esperado para los próximos 10 años según la siguiente tabla:

| Año                                     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rendimiento Potencial con riego (qq/ha) | 130  | 132  | 134  | 136  | 139  | 141  | 143  | 145  | 148  | 150  | 153  |

Tabla 11: Maíz - Rendimiento esperado con riego.

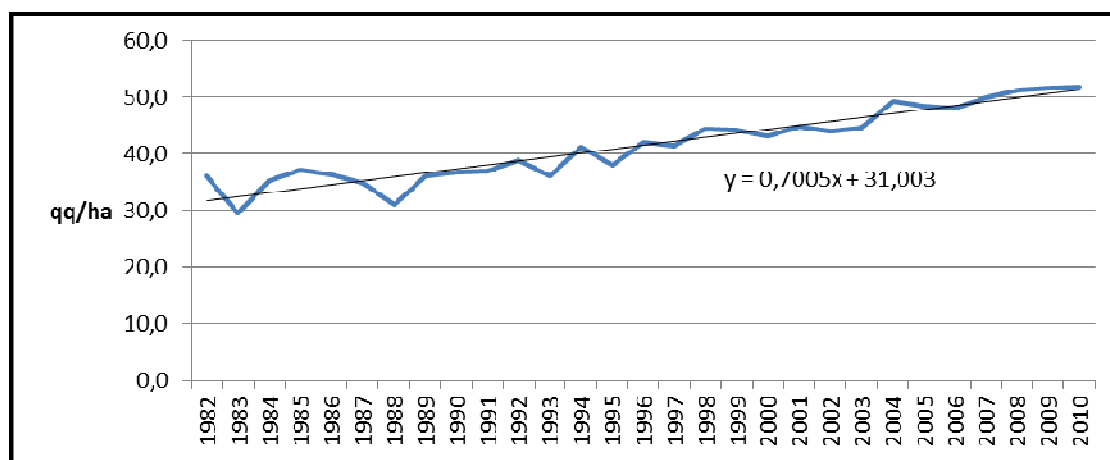


Figura 14: Maíz - Rendimiento histórico mundial.

### Precio

Actualmente la tonelada de maíz en el puerto de Nueva Palmira, Uruguay, se esta comercializando a aproximadamente 312 dólares. Siguiendo la metodología de mean reversion<sup>25</sup> se pronostico el precio del maíz para los próximos 10 años.

<sup>25</sup> Ver Anexo 4: Proyección precio maíz.

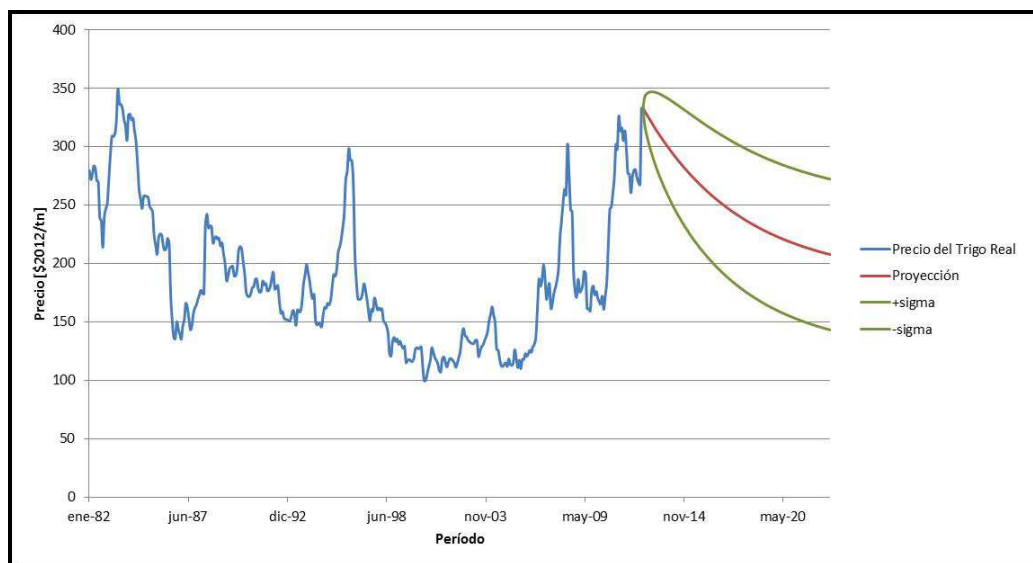


Figura 15: Proyección precio del Maíz (valores constantes).

En la figura 15 se ve la proyección del precio del maíz en dólares constantes del 2011. El precio nominal que se espera percibir será:

| Año               |          | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-------------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Precio (US\$/Ton) | Máximo   | 314  | 354  | 355  | 353  | 352  | 351  | 352  | 353  | 356  | 360  | 365  |
|                   | Esperado | 304  | 318  | 305  | 295  | 287  | 282  | 278  | 277  | 276  | 277  | 279  |
|                   | Mínimo   | 295  | 282  | 255  | 237  | 223  | 213  | 205  | 200  | 196  | 194  | 193  |

Tabla 12: Proyección Precio del maíz (valores corrientes).

Hay que notar que estas proyecciones son valores aproximados. El maíz al ser un commodity varía mucho su precio en función de las condiciones económicas y climáticas internacionales.

Se debe tener en cuenta que la demanda de maíz a nivel mundial también se ve afectada por el precio del petróleo, mientras que la oferta depende de los resultados de la cosecha de Estados Unidos y de los principales productores. Estas relaciones son muy difíciles de predecir.

## 2.6 - Mercado de proveedores

Actualmente Agroguay S.A. cuenta con 3 proveedores para los insumos requeridos para la producción. La empresa considera de suma importancia que cada uno de los proveedores cumpla estrictas normas de calidad y conservación, ya que al ser productos perecederos, un deterioro del insumo no detectado en la recepción implicaría la posibilidad de perder una campaña. También es muy importante para los cultivos tener de los proveedores tiempos de respuesta cortos. Si aparece una plaga no se puede esperar una semana para fumigar, ya que se podría perder parte del cultivo.

Hoy por hoy, se compra a distribuidores los insumos en el momento que se necesitan, las entregas se realizan en promedio en un plazo de 48 horas. Se utiliza esta metodología por que los costos de los insumos no varían mucho a lo largo de una campaña y estos se pueden comprar a cuenta a ser pagada con la venta de la producción.

A continuación se pueden ver los costos de los insumos según Agromercado:

| Insumos:                     |        | Maíz       |       | Soja         |       |       | Trigo     |       |
|------------------------------|--------|------------|-------|--------------|-------|-------|-----------|-------|
|                              |        |            |       |              | 1era  | 2nda  |           |       |
| Semilla                      | \$/ha  | 1 bolsa/ha | 150   | 85 kg/ha     | 68,13 | 68,13 | 120kg/ha  | 57,6  |
| Cura semilla                 | \$/ha  | 16cc/ha    | 4,18  |              |       |       | 0,30L/ha  | 4,8   |
|                              |        |            |       |              |       |       |           |       |
| Agroquímicos:                |        |            |       |              |       |       |           |       |
| PDA                          | \$/ha  | 100kg/ha   | 88,8  |              |       |       | 100kg/ha  | 74    |
| Glifosato                    | \$/ha  | 4L/ha      | 17,6  | 8 L/ha       | 35,2  | 26,4  | 2,5 L/ha  | 11    |
| 2-4 D 100%                   | \$/ha  | 500 cc/ha  | 4,25  |              |       |       |           |       |
| Misil + coadyuvante          | \$/ha  |            |       |              |       |       | 100 cc/ha | 3,27  |
| SPT                          | \$/ha  |            |       | 80 kg/ha     | 54,4  |       |           |       |
| Enfermedades de fin de ciclo | \$/ha  |            |       |              | 22,8  | 22,8  |           |       |
| Fungicida                    |        |            |       |              |       |       | 500 cc/ha | 15,75 |
| Insecticida                  | \$/ha  |            |       | 1200 cc/ha   | 11,97 | 4,99  |           |       |
| Metsulfuron                  | \$/ha  |            |       | 5 g/ha       | 0,17  |       |           |       |
| Atrazina                     | \$/ha  | 5L/ha      | 13,92 |              |       |       |           |       |
| Evolution                    | \$/ha  | 135cc/ha   | 4,25  |              |       |       |           |       |
| Cepermetrina                 | \$/ha  | 100 cc/ha  | 0,6   | 1200 cc/ha   | 0,72  | 0,72  |           |       |
| Equip WG 30%sup              | \$/ha  | 120g       | 10,57 |              |       |       |           |       |
| Herbicidas                   | \$/ha  | 0,58 UTA   | 21,29 |              |       |       |           |       |
| Urea                         | \$/ha  | 140 kg/ha  | 91    |              |       |       | 140 kg/ha | 91    |
| Aplicaciones Agroquímicas    |        |            |       | 1,13 UTA     | 41,66 | 27,77 | 0,75 UTA  | 27,77 |
| Aplicación de Urea           | \$/ha  | 0,35 UTA   | 12,96 |              |       |       | 0,53 UTA  | 12,96 |
| Silo-bolsa                   | \$/ton |            | 2     |              |       | 2     |           | 2     |
| Gasoil                       |        |            |       | 7,500 \$/año |       |       |           |       |

Figura 16: Insumos de producción.

Las semillas se obtienen de dos maneras: (i) utilizando semillas propias de campañas anteriores; o (ii) comprando semillas directamente a las cerealeras. Cada cultivo tiene diferentes variedades de semillas, por lo que la selección de la variedad adecuada no es tarea fácil. El precio de la semilla sigue el precio internacional de los commodities y son los mismos precios al que se venderían las mismas.

### Proveedores y compradores

Agroguay S.A. se abastece de Gasoil de ANCAP (1,7 US\$/litro) este se utiliza para el transporte del personal, transporte de insumos y labranzas necesarios en el establecimiento.

El mercado de proveedores de insumos está compuesto por empresas multinacionales como Cargill, Nidera y LDC (Dreyfus), que ofrecen en general precios más competitivos, y por empresas locales como Todo Campo, Erro o Copagran que ofrecen precios un poco más caros pero además ofrecen asesoramiento.

Los compradores de la producción son Garmet, LDC y Cargill. Estos compran las producciones agrícolas y exportan directamente los productos.

- Internacionales:

**Cargill:** es una corporación multinacional privada, con base en Minnesota, en los Estados Unidos. Sus actividades comerciales incluyen la compra, venta, procesamiento y distribución de granos y otras mercancías agrícolas.



**Nidera:** es una corporación multinacional privada, la cual tiene una subsidiaria operando en Uruguay que depende de la sede de Argentina. Sus actividades comerciales incluyen la compra, venta, procesamiento y distribución de granos y otras mercancías agrícolas.



**LDC Uruguay:** Louis Dreyfus Commodities se estableció en Uruguay en el 2002. La empresa está enfocada en la asistencia de la producción agrícola en Uruguay. Actualmente LDC Uruguay comercializa soja, maíz, harina de soja y aceite de soja. Desde el 2010 comercializa fertilizantes y semillas.



- Locales:

**Garmet S.A.:** es una cerealera local especializada en la exportación de Semillas y Frutos Oleaginosos. Perteneció al grupo Perez Companc.



**Todocampo:** es una empresa local uruguaya que abastece a los productores agropecuarios de todos los insumos requeridos para la producción agrícola desde fertilizantes, funguicidas, herbicidas hasta las semillas de siembra. También ofrece seguros de cultivos, vehículos y comercio.



**Copagran (CALOL):** es una Cooperativa con actividad en todos los rubros agropecuarios. Copagran se dedica a la producción y comercialización de: granos, semillas e insumos agrícolas.



**Erro:** Es una empresa local de la ciudad de Dolores que ha crecido mucho en los últimos años.

### Servicios

Los servicios de siembra, fumigado, y cosecha son ofrecidos por contratistas locales. Son pequeñas empresas que cuentan con equipos completos de cosechadoras, sembradoras directas, fumigadoras mosquitos y aviones fumigadores. La Cámara Uruguaya de Servicios Agropecuarios es una institución sin fines de lucro que nuclea a los contratistas agropecuarios de Uruguay. Por medio de esta se encuentran los contratistas según el trabajo que se desee realizar. Además publican una tabla con los precios de referencia de las principales labores que se realizan en Uruguay.

|                          |        | Maíz  | Soja  |       | Trigo |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                          |        |       | 1era  | 2da   |       |
| Comisión de Venta        | %      | 2     | 2     | 2     | 2     |
| Secada                   | \$/qq  | 0,6   | 0,18  | 0,36  |       |
| Cosecha                  | %      | 7,5   | 8,8   | 8,2   | 10,2  |
| Siembra con fertilizante | \$/ha  | 46,29 | 46,29 | 40,74 | 46,29 |
| Fumigación               | \$/ha  | 8     | 8     | 8     | 8     |
| Flete/Transporte         | \$/ton | 10    | 10    | 10    | 10    |

Tabla 13: Costos de servicios.

Proveedores de servicios son contratistas locales.

Cosecha: Rostan y Calandria.

Siembra: Cortela y Calandria.

Fumigaciones: Caram y Aerolomis.

### Electricidad - UTE

La provisión de energía eléctrica la realiza en forma monopólica la empresa estatal UTE.

El consumo de electricidad para la operación del sistema elegido rondara los 200 KWH<sup>26</sup>. Este consumo entraría en la categoría de grandes consumidores según UTE. Siendo el costo de electricidad de aproximadamente 50 dólares por milímetro regado.

| Tarifa | Nivel de tensión<br>kV | Precio de energía<br>\$/ kWh |       |       | Potencia<br>Máxima<br>medida |
|--------|------------------------|------------------------------|-------|-------|------------------------------|
|        |                        | Valle                        | Llano | Punta |                              |
| GC1    | 0,230 – 0,400          | 0,05                         | 0,09  | 0,28  | 247,60                       |
| GC2    | 6,4 – 15 - 22          | 0,04                         | 0,09  | 0,23  | 162,80                       |
| GC3    | 31,5                   | 0,04                         | 0,08  | 0,19  | 95,80                        |
| GC4    | 63                     | 0,04                         | 0,08  | 0,17  | 34,80                        |
| GC5    | 110 - 150              | 0,04                         | 0,08  | 0,14  | 24,10                        |

Tabla 14: Cargos por consumo de energía y potencia - UTE.

### Períodos horarios.

El cargo por energía se distribuye en tres períodos horarios, durante todos los días que integran la factura mensual, de acuerdo al siguiente detalle.

- horas Punta: de 18:00 a 22:00 hrs.
- horas Llano: de 07:00 a 18:00 y de 22:00 a 24:00 hrs.
- horas Valle: de 00:00 a 07:00 hrs.

---

<sup>26</sup> Ver Capitulo 3.

## **CAPITULO 3: EL RIEGO**

### **3.1 - El riego**

Las sequías periódicas, de mayor o menor importancia, son la principal limitante a la producción agrícola en el Uruguay. Los efectos de las sequías se agravan debido a la poca profundidad de los suelos y al perfil ondulado de la casi totalidad del territorio oriental.

Si bien los suelos donde efectúa su explotación agrícola Agroguay son relativamente profundos para el Uruguay, no lo son en comparación con los suelos promedios de la llanura pampeana. Además, el campo de Agroguay tiene importantes pendientes que también limitan la acumulación de agua en el subsuelo.

Los registros llevados en el establecimiento así como por otros productores cercanos, datos confirmados por los asesores agrónomos de la empresa, nos muestran que en 3 de cada 10 años es esperable una sequía importante. Incluso, si no llueve en las etapas de crecimiento y llenado del grano, el rendimiento de la producción se ve exponencialmente reducido, aunque las lluvias totales estén dentro de los promedios.

Al analizar un proyecto de riego se debe estudiar las necesidades de agua en un año seco y la escasez hídrica en los momentos críticos en el que los cultivos generan los rindes en años normales.

Actualmente Agroguay explota el área que se buscaría regar, por lo que para analizar la conveniencia de implementar el riego se analizan los costos incrementales y los beneficios adicionales esperados. Los costos de siembra no se verían alterados, mientras que los costos de aplicación de agroquímicos se ven levemente reducidos, ya que ciertos fertilizantes, herbicidas, funguicidas pueden ser aplicados por medio del riego prescindiendo de la necesidad de tercerizar la fumigación. Por otro lado, el riego incrementaría los costos de producción ya que se deberá considerar los costos operativos de electricidad por lámina de agua aplicada. Esta lámina variara año a año acorde a las condiciones climáticas de cada campaña.

### **3.2 - Necesidades hídricas de los cultivos<sup>27</sup>**

La necesidad neta de agua para el riego se establece mediante el balance hídrico del terreno. Para la realización de este balance se considera la precipitación, la reserva de agua en el perfil del suelo, la evapotranspiración de los cultivos, la filtración del agua a profundidad fuera del alcance radicular y el escurrimiento superficial. Luego corrigiendo con la eficiencia del sistema de riego elegido se obtiene el volumen de agua a regar. Este volumen será distinto cada campaña ya que depende de las condiciones climáticas del momento y la etapa de los cultivos. Los tres factores principales que determinan el agua necesaria para un cultivo son: el clima (temperatura, radiación solar y viento); el tipo de cultivo; y la etapa de crecimiento del cultivo.

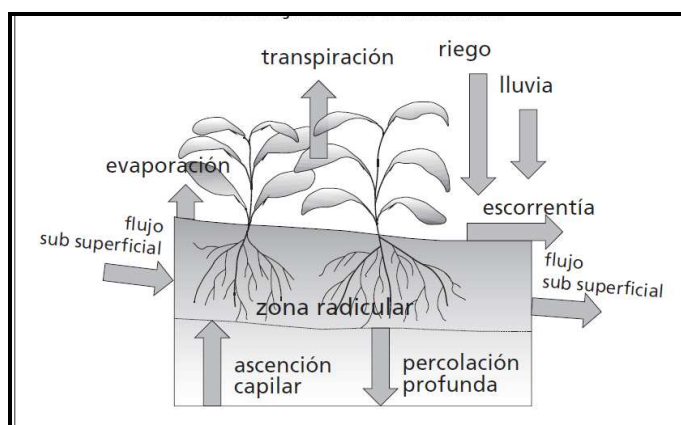


Figura 17: Balance de agua en el suelo - FAO

La evapotranspiración (ET) es el agua que se pierde por la evaporación del suelo y por el consumo y transpiración del cultivo. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

Para los cálculos se distinguen la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>) y la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET<sub>c</sub>). La ET<sub>o</sub> estima el poder evaporante de la atmósfera local, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo. La ET<sub>c</sub> se refiere a la evapotranspiración en condiciones óptimas de un cultivo específico.

---

<sup>27</sup> Fuente: FAO - Evapotranspiración del cultivo.

A medida que el cultivo se desarrolla, tanto el área del suelo cubierta por la vegetación como la altura del cultivo y el área foliar variarán progresivamente. Debido a las diferencias en evapotranspiración que se presentan durante las distintas etapas de desarrollo del cultivo, se agrega un coeficiente de cultivo de corrección (“Kc”). Este coeficiente variará a lo largo del período de crecimiento del cultivo. Este período de crecimiento puede ser dividido en cuatro etapas: inicial, de desarrollo del cultivo, de mediados de temporada y de final de temporada. En la figura 18 se ve la evolución del valor de Kc según la etapa del cultivo.

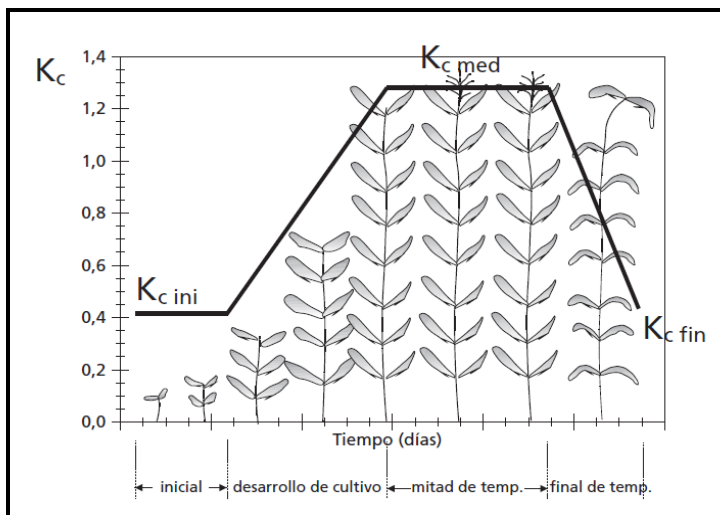


Figura 18: Curva generalizada del coeficiente del cultivo<sup>28</sup>

La etapa inicial está comprendida entre la fecha de siembra y el momento que el cultivo alcanza aproximadamente el 10% de cobertura del suelo. Durante el período inicial el área foliar es pequeña y la evapotranspiración ocurre principalmente como evaporación en el suelo.

La etapa de desarrollo del cultivo está comprendida desde el momento en que la cobertura del suelo es de un 10% hasta el momento de alcanzar la cobertura completa. Para una gran variedad de cultivos, el estado de cobertura completa ocurre al inicio de la floración. Debido a que es difícil determinar visualmente cuando algunos tipos de vegetación densa y diseminada alcanzan la cobertura completa se utiliza la etapa de floración como un indicativo más simple para determinar la presencia de la cobertura completa. A medida que el cultivo se desarrolla y cubre cada vez más el suelo, la evaporación se verá cada vez más restringida y la transpiración gradualmente se convertirá en el proceso más importante.

<sup>28</sup> Fuente: FAO

La etapa de mediados de temporada comprende el período de tiempo entre la cobertura completa hasta el comienzo de la madurez. El comienzo de la madurez está indicado generalmente por el comienzo del amarillamiento, caída de las hojas, o la aparición del color marrón en las semillas. Durante la etapa de mediados de temporada, el coeficiente Kc alcanza su valor máximo. El valor de Kc en esta etapa (Kc med) es relativamente constante para la mayoría de los cultivos.

La etapa final de crecimiento comprende el período entre el comienzo de la madurez hasta el momento de la cosecha. Se asume que el cálculo de los valores de Kc y ETc finaliza cuando el cultivo es cosechado. El valor de Kc al finalizar la etapa final (Kc fin) refleja el efecto de las prácticas de cultivo y el manejo del agua.

Coeficiente único (promedio temporal) del cultivo:

| Cultivo | Kcin | Kcm  | Kcfin | H (m) |
|---------|------|------|-------|-------|
| Trigo   | 0,4  | 1,15 | 0,4   | 1     |
| Soja    | 0,4  | 1,15 | 0,5   | 1     |
| Maíz    | 0,4  | 1,2  | 1,05  | 2     |

Tabla 15: Coeficientes de cultivo - FAO

Duración en días de las etapas de crecimiento:

| Cultivo | Ini | Des | Med | Fin |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| Trigo   | 20  | 60  | 70  | 30  |
| Soja    | 20  | 25  | 75  | 30  |
| Maíz    | 20  | 40  | 70  | 10  |

Tabla 16: Duración de etapas por cultivo en días - FAO

La necesidad de riego en mm/mes para el establecimiento de Agroguay S.A se estima a continuación. Se considera que se tendrá producciones anuales de trigo/soja y de trigo/maíz. Los valores de la ETo se obtuvieron de los valores calculados según por el INIA<sup>29</sup> en la Estanzuela<sup>30</sup>. Los valores de Kc fueron tomados de los datos provistos por la FAO. Para los cálculos se estimo que un 10% del agua acumulada por mes se

---

<sup>29</sup> Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

<sup>30</sup> Establecimiento de investigación agrícola del INIA

pierde por drenaje y escurrimiento. Se corrigió la necesidad de riego con un coeficiente de eficiencia de riego del 95%.

| mm/día                                                 | Lluvia promedio | ET <sub>o</sub> | K <sub>c</sub> |      |       | E <sub>tc</sub> * | Acumulado                     | Riego  | Riego  |
|--------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------|-------|-------------------|-------------------------------|--------|--------|
|                                                        |                 |                 | Soja           | Maíz | Trigo |                   |                               | mm/día | mm/mes |
| May                                                    | 1,74            | 1,43            | 0,00           | 0,00 | 0,00  | 1,7               | 0,0                           | 0,0    | 0,0    |
| Jun                                                    | 2,32            | 1,12            | 0,00           | 0,00 | 0,00  | 1,3               | 1,0                           | 0,0    | 0,0    |
| Jul                                                    | 1,80            | 1,14            | 0,00           | 0,00 | 0,40  | 0,5               | 2,0                           | 0,0    | 0,0    |
| Ago                                                    | 1,25            | 1,54            | 0,00           | 0,00 | 0,90  | 1,7               | 1,2                           | 0,0    | 0,0    |
| Sep                                                    | 1,91            | 2,80            | 0,00           | 0,00 | 1,15  | 3,9               | -1,0                          | 1,0    | 28,8   |
| Oct                                                    | 3,71            | 3,47            | 0,00           | 0,00 | 1,15  | 4,8               | -1,1                          | 1,1    | 32,6   |
| Nov                                                    | 2,44            | 4,70            | 0,00           | 0,00 | 1,00  | 5,6               | -3,2                          | 3,2    | 96,0   |
| Dic                                                    | 2,29            | 5,69            | 0,40           | 0,40 | 0,00  | 2,7               | -0,4                          | 0,4    | 13,4   |
| Ene                                                    | 3,61            | 6,08            | 0,80           | 0,70 | 0,00  | 5,5               | -1,9                          | 1,9    | 55,6   |
| Feb                                                    | 5,24            | 4,76            | 1,15           | 1,20 | 0,00  | 6,7               | -1,5                          | 1,5    | 44,0   |
| Mar                                                    | 5,02            | 3,95            | 0,40           | 1,10 | 0,00  | 3,6               | 1,5                           | 0,0    | 0,0    |
| Abr                                                    | 3,30            | 2,51            | 0,00           | 0,00 | 0,00  | 3,0               | 1,5                           | 0,0    | 0,0    |
| * E <sub>tc</sub> = K <sub>c</sub> x E <sub>To</sub> . |                 |                 |                |      |       |                   | Regado                        |        | 270,45 |
|                                                        |                 |                 |                |      |       |                   | Total Regado (eficiencia 95%) |        | 297,49 |

Figura 19: Balance hídrico Agroguay SA

Considerando que el máximo volumen de agua requerido en un mes se aproxima a 100 mm se necesita una capacidad de riego de aproximadamente 3,3 mm/día. Tomando un coeficiente de seguridad del 10% la necesidad de riego por día sería de 3,6 mm. Aunque no es el volumen que se usara en todas las ocasiones, es un volumen prudente para poder enfrentar sequías absolutas, en donde se deje de trabajar como equipo complementario y se comience a trabajar como suplementario.

Para el análisis mas detallado hay que aclarar que nunca no ha lloviado absolutamente nada. Se considera una sequia grave en los años en que llueve el 50% del promedio. Lo mas común son las sequias menores en las que llueve aproximadamente un 20% menos que un año normal.

### **3.3 - Fuentes de agua**

Para regar 3,6 mm de lámina en un día de agua en 400 hectáreas se necesita un volumen de 14.400 m<sup>3</sup> de agua. Para conseguir estos volúmenes se suele extraer el agua de ríos, lagos, pozos, corrientes continuas de agua naturales o de embalses que acumulan las corrientes discontinuas de agua. En el establecimiento de Agroguay S.A. las opciones para obtener agua seria: (i) formando estanques con agua del río san Juan; o (ii) del Río de la Plata.

En el caso de Agroguay el agua de napa esta containada con sales, que no la hacen para el riego.

Para la primera opción se necesita mover muchas tierra a fin de realizar el estaque. Además se corre el riesgo que en el caso de una sequia persistente elimine el caudal del río San Juan, impidiendo regar cuando mas se los necesita.

En el caso de obtener el agua de la infinita fuente de agua que representa el Rio de la Plata, no se correría ningún riesgo de quedarse sin agua. Esta opción se encuentra a 0 metros sobre el nivel del mar y no requiere grandes obras más que un aljibe.

### **3.4 - Sistemas de riego**

Para la aplicación de riego existen básicamente tres sistemas:

1. El riego gravitacional: distribuye la humedad por medio de surcos, por los cuales el agua circula gracias a una leve pendiente en estos.
2. Riego por goteo: se aplica el agua al suelo en forma localizada. Es apropiado para zonas donde el agua es escasa, ya que se riega poco volumen de agua y de manera frecuente.
3. El riego por aspersión: se produce una lluvia artificial para humedecer el terreno. Existen principalmente 3 métodos de aspersión: (i) cañones; (ii) equipos de avance frontal; y (iii) equipos de pivote central.

En el establecimiento de Agroguay S.A no es viable utilizar los sistemas que dependen de la gravedad porque la superficie del establecimiento es ondulada y para regar por medio de surcos se deberían realizar inmensas obras de nivelación del terreno. Además un sistema de surcos no permitiría la producción por medio de siembra directa.

Tampoco se podría implementar un sistema de riego localizado ya que en este sistema se instalan cañerías fijas a lo largo de todo el terreno y al hacer agricultura intensiva se requiere el paso de maquinarias pesadas constantemente lo que cualquier sistema fijo representaría un obstáculo para la producción. Además el mismo paso de la maquinaria agrícola podría dañar las cañerías.

Por otro lado el riego por aspersión consiste de sistemas móviles que permiten el riego de grandes volúmenes de agua y pueden abarcar grandes superficies sin comprometer la producción agrícola.

### El riego por aspersión

El riego por Aspersión puede ser de cañón, avance frontal o pivote central. Estos sistemas son aptos para regar grandes superficies con alta eficiencia. También permiten la aplicación de productos químicos de un dispositivo inyector de fertilizante conectado a la tubería de la fuente de abastecimiento.

Los componentes del riego por aspersión son:

1. La bomba: Para determinar la instalación de bombeo se deberá considerar el caudal de agua necesario y la presión del agua a entregar (altura de succión + pérdidas + presión en aspersores).
2. Las tuberías: Se debe elegir adecuadamente su diámetro. A mayor diámetro el costo por metro de tubería es mayor, sin embargo, oponen menor resistencia al fluido y requieren de bombas de menor potencia, que son más baratas y gastan menos energía. Las tuberías de menor diámetro son más baratas, pero oponen más resistencia al paso del agua por lo que necesitan una bomba de mayor tamaño.
3. El aspersor: Existe una gran variedad de aspersores que varían en la presión que necesitan y el volumen de agua que pueden regar en una posición.

### Aspersión por cañones

Este sistema de riego consiste en regar el terreno con cañones fijos o móviles que impulsan el agua. En el caso de ser fijos se debe tener un tendido de tuberías que conecte cada cañón con la bomba. El sistema móvil cuenta principalmente de un cañón sobre ruedas que se desplaza automáticamente.

Dependiendo el cañón utilizado estos pueden alcanzar hasta 190 metros de diámetro de riego, trabajando a presiones de aproximadamente 70 mca y caudales de 100 m<sup>3</sup>/hora. Dada la distancia a la que viajan las gotas, el tamaño y su velocidad pueden provocar serios problemas de erosión y compactación de la tierra en terrenos con poca cobertura vegetal.

Si Agroguay S.A. optara por armar una red de cañones fijos se requerirían aproximadamente 100 cañones, los cuales regarían cerca de 300 hectáreas. Para este sistema se requerirían 22 kilómetros de cañerías. El sistema de cañones fijos sería relativamente fácil de usar pero requeriría una inmensa estructura subterránea de tuberías para alimentar cada cañón y altas presiones. Para poder regar en todo el establecimiento 3 mm/día en las 16 horas de bajo costo eléctrico se requeriría un caudal de agua de 562 m<sup>3</sup>/hora. Las presiones requeridas serían de 652 mca (525 mca por cañones y 127 por tuberías). El costo operativo de un sistema de cañones fijos sería de 175 \$/mm, con un costo de inversión de 1.756 \$/ha.



Figura 20: Cañón fijo en funcionamiento.<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> Fuente: Google images.

En el caso de cañones móviles se requerirían 10 cañones. Estos riegan mayor área y requieren menor trabajo de estructura que los fijos, pero requeriría relativamente mucha mano de obra para cada riego. Considerando que las horas de riego se harán de noche a causa de ser la banda horaria de menor costo eléctrico la mano de obra sería un factor importante a considerar. El costo operativo de un sistema de cañones móviles sería de 3252 \$/mm, con un costo de inversión de 1.213 \$/ha.

Dadas las dimensiones del establecimiento un sistema de cañones no sería práctico en el momento de su aplicación, y dado a que este sistema requeriría un gasto enorme de estructura en bombas, cañerías y cañones.



Figura 21: Sistema de cañones fijos para Agroguay S.A.

Las ventajas de un sistema de riego por cañones es que es un sistema relativamente eficiente, que no requiere nivelar suelos.

Las desventajas de este sistema es que se requieren altísimas presiones, la velocidad y el tamaño de las gotas genera compactación y erosión sobre la superficie, y la aplicación de agua se ve afectada por vientos distorsionando la distribución del agua. La suma de estos elementos lleva a descartar esta alternativa.

#### Aspersión - avance frontal

Este sistema de aspersión consiste de una estructura que avanza frontalmente sobre la superficie del terreno. Se alimenta con una manguera flexible de una cañería y un canal madre lateral respecto del equipo. Puede abarcar una gran superficie con una alta eficiencia en la aplicación de agua. El motor y la bomba son equipados sobre la

estructura. Requiere muy poca mano de obra para su manejo. Su principal ventaja es que permite regar de manera rectangular. Esto permite adaptar el riego a la forma del campo y así regar mayor superficie. Pero a su vez desperdicia mucho campo por los caminos y canales necesarios para su operación. Tiene un alto costo de infraestructura por los canales que hay que construir.

Para el caso de Agroguay S.A un sistema de riego de avance frontal no se podría aplicar porque requiere tener un canal paralelo a la superficie que se esta regando, al ser la superficie del establecimiento ondulada se deberían realizar arduos trabajos sobre la tierra para nivelar la superficie. Como los desniveles son de aproximadamente 20 metros el gasto de nivelación sería extremadamente alto.

### Aspersión - pivote central

La aspersión de pivote central está formada básicamente por una estructura elevada a 5 metros de altura la que tiene un caño que transporta el agua. Esta estructura esta sostenida por torres móviles cada 50 metros. Toda la estructura gira sobre un punto fijo en uno de los extremos.



Figura 22: Sistema de aspersión de pivote central en funcionamiento.<sup>32</sup>

Las unidades básicas que componen el sistema son: el grupo de bombeo, el grupo de suministro de energía eléctrica, las tuberías de conducción en PVC ó aluminio con sus hidrantes, y un ramal de riego con sus emisores y reguladores de presión. Las torres móviles poseen motores para moverse por el terreno. Los aspersores se ubican en bajadas de diferentes longitudes según el cultivo a regar. Estos deben estar

---

<sup>32</sup> Fuente: Reinke.

perfectamente graduados ya que los ubicados más cerca de la torre central, donde se realiza el abastecimiento de agua, riegan una superficie sustancialmente menor que los de los extremos. El agua y la alimentación de los motores de cada torre ingresan al sistema a través de la estructura pivot en el centro. La vida útil del equipo se estima en 15 años.

El sistema de giro es automatizado, por lo que puede programarse fácilmente. La velocidad de rotación es regulable de acuerdo al volumen de agua que se desea regar. Estos sistemas también cuentan con un sistema de seguridad que protege el equipo de rotura por desalineaciones entre los tramos de la estructura.

Se puede resaltar entonces que un sistema de riego por pivote central es de simple operación, se adapta al terreno, es eficiente (aprox 90%), tiene un bajo costo operativo, provoca poca erosión, y es totalmente automatizado. Por otro lado requiere de una alta inversión inicial, desperdicia el 21% de los lotes y requiere de un mantenimiento complejo.

### **3.5 - Elección de proceso y tecnología**

Para poder determinar la conveniencia entre riego por cañones o pivotes se tomo un área de referencia de 300 ha. Hay que destacar que un sistema de cañones permitiría regar hasta 400 ha, mientras que un sistema de pivotes solo 300 ha.

|           | Sistema de Riego                        | Cañones Fijos | Cañones móviles | Estructura Pivote |
|-----------|-----------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------|
| Datos     | Área de Riego (hectáreas)               | 300           | 300             | 300               |
|           | Volumen de Agua (m <sup>3</sup> )       | 10.800        | 10.800          | 10.800            |
|           | Costo por Cañón/Estructura:             | 500           | 1.000           | 100.000           |
|           | Tuberías necesarias (m)                 | 22.000        | 11.000          | 4.500             |
|           | Presión por bomba:                      | 80            | 80              | 80                |
|           | KW por Bomba                            | 75            | 75              | 75                |
|           | Costo por Bomba:                        | 10.000        | 10.000          | 10.000            |
|           | Hectáreas por Cañón/Estructura          | 3             | 30              | máximo 200        |
|           | Numero de Cañones/Estructura:           | 106           | 10              | 3                 |
|           | Presión requerida en aspersor (mca)     | 75            | 75              | 20                |
|           | Costo por metro de tubería:             | 7             | 7               | 7                 |
| Costo Op. |                                         |               |                 |                   |
|           | Cañones Trabajando en Simultaneo        | 7             | 10              | 3                 |
|           | Presión requerida por Aspersores (mca): | 525           | 750             | 60                |
|           | Perdidas en tuberías (mca)*             | 127           | 191             | 156               |
|           | Presión total requerida                 | 652           | 941             | 216               |
|           | Numero de Bombas:                       | 8             | 12              | 3                 |
|           | Costo operacional (KW):                 | 612           | 882             | 203               |

|                                                                       |                                    |         |         |         |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|
|                                                                       | Costo operativo (\$/mm):           | 175     | 252     | 58      |
|                                                                       | Riego Anual (mm/año):              | 365     | 365     | 365     |
|                                                                       | Costo Anual de Operación (\$/año): | 63.811  | 92.049  | 21.151  |
|                                                                       |                                    |         |         |         |
| Inversión                                                             | Cañón/Pivote (\$):                 | 52.905  | 10.000  | 300.000 |
|                                                                       | Tuberías (\$):                     | 154.000 | 77.000  | 31.500  |
|                                                                       | Bombeo (\$):                       | 81.535  | 117.615 | 27.026  |
|                                                                       | Cableado (\$):                     | 38.500  | 19.250  | 51.840  |
|                                                                       | Obras Civiles e Instalación (\$):  | 200.000 | 140.000 | 112.725 |
|                                                                       | Inversión requerida (\$) :         | 526.940 | 363.865 | 523.091 |
|                                                                       | Inversión por Hectárea (\$/Ha):    | 1.756   | 1.213   | 1.744   |
| * Calculadas según formulas de Darcy-Weisbach y el diagrama de Moody. |                                    |         |         |         |

Tabla 17: Costos e inversión por sistema de riego<sup>33</sup>.

| Matriz de Comparación      | Valoración | Riego Superficial | Cañones | Pivote Móvil | Avance Frontal |
|----------------------------|------------|-------------------|---------|--------------|----------------|
| Inversión                  | 25%        | 3*                | 5       | 7            | 2*             |
| Eficiencia                 | 10%        | 5                 | 7       | 9            | 9              |
| Costo Operativo            | 25%        | 7                 | 0       | 5            | 3              |
| Requerimiento de mano obra | 10%        | 1                 | 4       | 9            | 6              |
| Simplicidad de uso         | 10%        | 3                 | 2       | 7            | 6              |
| Mantenimiento              | 20%        | 3                 | 5       | 5            | 4              |
| Puntaje                    | 100%       | 4,0               | 3,6     | 6,5          | 4,2            |
| 0=Malo / 10=Ideal          |            |                   |         |              |                |

Tabla 18: Elección de sistema de riego.

\* Requiere mucho movimiento de tierras.

Se puede apreciar de la tablas 17 que el sistema más económico en concepto de inversión inicial son los cañones móviles. Los cañones móviles son 159.000 dólares más económicos que el sistema de pivote central. Pero los costos operacionales de los cañones móviles son 70.000 dólares por año más caros que el del sistema de pivote. En poco más de dos años de operación el sistema de pivote central es el más económico.

Dado que los sistemas de riego localizado, superficial, por cañones y de aspersión de avance frontal no se adecuan del todo a las características y necesidades del establecimiento de Agroguay S.A., como se puede ver en la tabla 18, el sistema elegido para implementar es una combinación de estructuras de pivote central fijas y móviles.

<sup>33</sup> Fuente: Manual de Consulta Agropecuario, Emilio Vernet.

Como con un sistema de pivote no se puede regar toda la superficie, en el caso que desee regar la mayor superficie posible del establecimiento se podría diseñar un sistema mixto de pivotes y cañones. Este análisis se realizara una vez que se compruebe el beneficio real del riego en el establecimiento.

### **3.6 - Plano de obra**

El diagrama propuesto para el establecimiento consiste de 3 pivotes: dos fijos y uno móvil con 3 locaciones distribuidos según el mapa de la Figura 19. Cada pivote contaría con un sistema de cañería y bombeo propio.

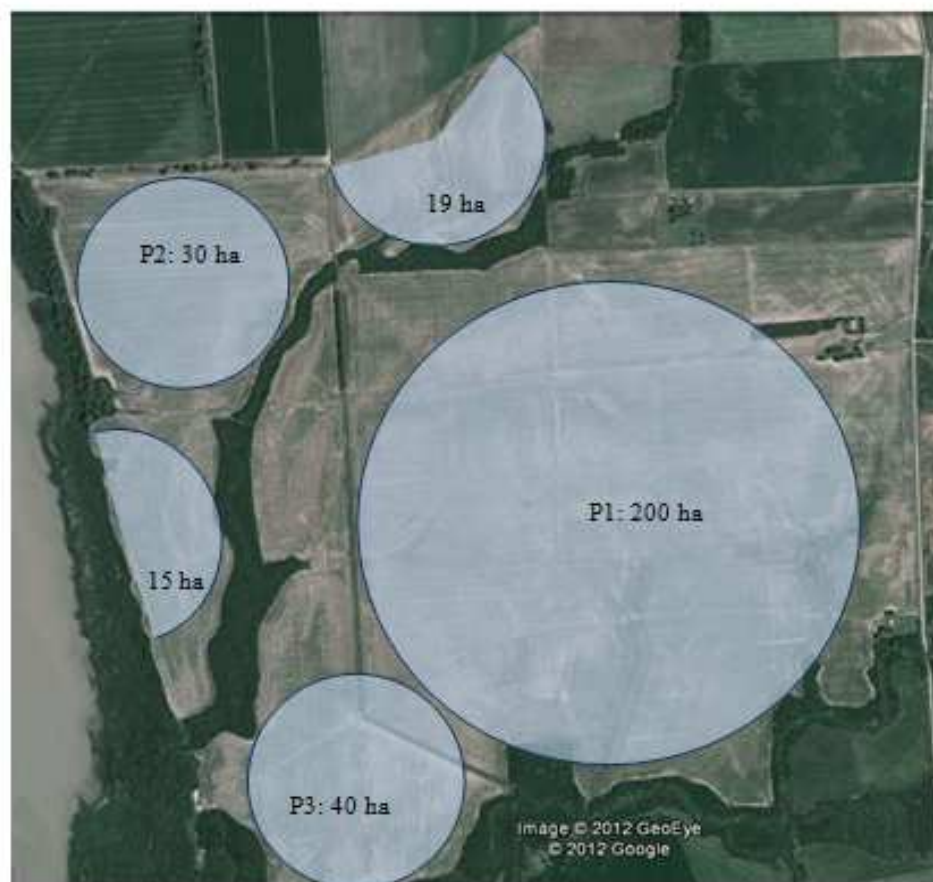


Figura 23: Plano de obra con pivotes centrales.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Fuente: Google Earth y elaboración propia.

Las tres bombas tomarían el agua desde un mismo punto en la costa del río de la plata. Esto simplifica la conexión eléctrica de las bombas y permite la construcción de un único aljibe.

La ubicación de las bombas podría tener 2 locaciones diferentes.

### **Bombeo ubicación 1:**

La posición “1” consiste en ubicar el bombeo en la costa norte del establecimiento. En este punto ya existe una bomba instalada por los vecinos con conexión de alta tensión. Dado que la toma de agua del vecino no fue correctamente construido en su momento, éste está dispuesto a construir un aljibe a medias.

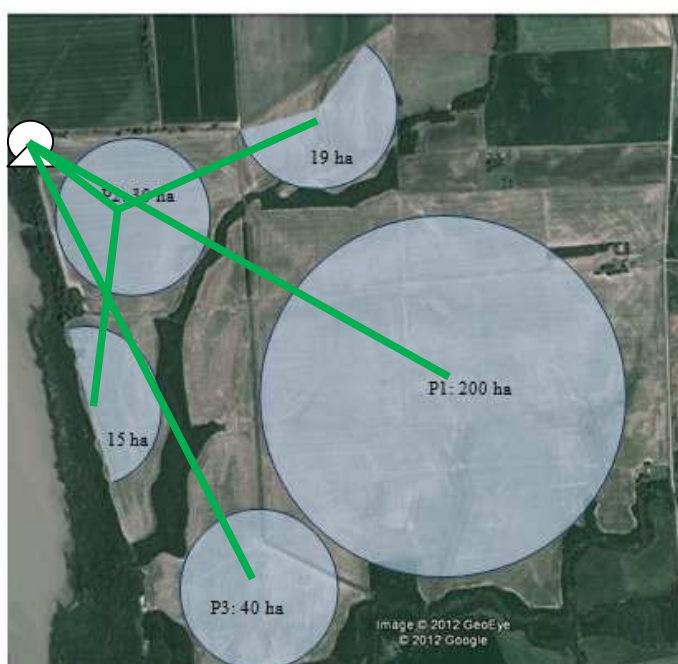


Figura 24: Plano de obra - aljibe 1.

Las ventajas de esta posición son: i) reducción en un 50% en la construcción del aljibe; ii) conexión eléctrica existente; iii) pocos metros de tendido de baja tensión hasta las bombas; iv) poco impacto visual de conexiones de media tensión por medio del establecimiento; y v) simplificación en la aprobación de hidrografía para el bombeo.

La principal desventaja de este sistema es la distancia de las bombas a los 3 pilotes. Esta distancia incrementará los costos de inversión en tuberías y cableas, e incrementará las pérdidas de presión en las tuberías.

**Bombeo ubicación 2:**

La posición “2” ubica las bombas en punto céntrico. Este es lugar de menor distancia entre el sector de bombeo y los pivotes.

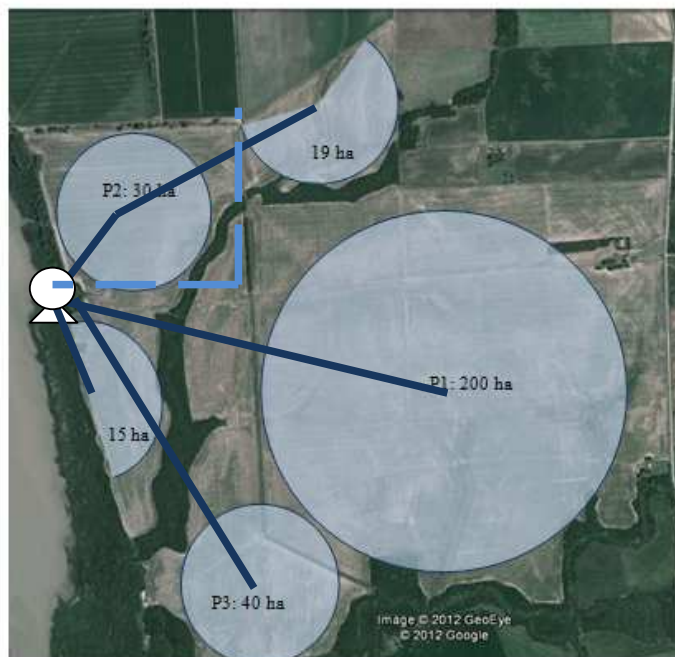


Figura 25: Plano de obra - aljibe 2.

Las ventajas de esta posición son: i) menor costo de inversión en tuberías y cables por sistema de pivote; ii) menor costo operativo del sistema dada las menores pérdidas de presión y de corriente eléctrica dadas las menores distancias; y iii) la menor pérdida en tuberías permitiría reducir el tamaño de las bombas necesarias.

La principal desventaja es la necesidad de llevar media tensión hasta la ubicación del bombeo.

La ubicación de bombeo 1 sera mas economica en inversion. Pero la ubicación 2 tendra menores costos operativos por la menor presion perdida en las tuberias.

La implementación del proyecto depende de las aprobaciones estatales. Como consecuencia de este hecho la ubicación de la bomba se debe instalar en la posición de mayor facilidad para las aprobaciones, siendo la ubicación 1 la elegida para la instalación de la bomba. Además esta ubicación es la que genera menor impacto visual al establecimiento siendo también mas fácil la aprobación del propietario.

Se buscará poder regar una lámina de 3,6 mm/día. Para lograr esto se requerirían 3 bombas con caudales de 450 m<sup>3</sup>/hora para P1, 144 m<sup>3</sup>/hora para P2, y 90 m<sup>3</sup>/hora para P3. Las bombas recomendadas son centrifugas de eje horizontal, que serán accionadas por motores eléctricos.

| Riego con Pivote Central    | Unidad            | P1    | P2    | P3    |
|-----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| Lamina                      | mm/día            | 3,6   | 3,6   | 3,6   |
| Horas                       | h                 | 16    | 16    | 16    |
| Áreas                       | ha                | 200   | 64    | 40    |
|                             |                   |       |       |       |
| Caudal                      | m <sup>3</sup> /h | 450   | 144   | 90    |
| Diámetro tuberías*          | mm                | 300   | 250   | 200   |
|                             |                   |       |       |       |
| Altura Pivot                | mca               | 40    | 30    | 20    |
| Longitud Tubería            | m                 | 1960  | 1400  | 2540  |
| Diámetro Tubería            | mm                | 315   | 250   | 200   |
|                             |                   |       |       |       |
| Perdidas Tubería**          | mca/m             | 0,021 | 0,007 | 0,008 |
| Perdidas Tubería**          | mca               | 40,8  | 9,5   | 20,5  |
|                             |                   |       |       |       |
| Presión Requerida por Bomba | mca               | 80,8  | 39,5  | 40,5  |

Tabla 19: Requerimientos por pivote.

\* Diámetro recomendado por Valley Uruguay.

\*\* Calculadas según formulas de Darcy-Weisbach y el diagrama de Moody.

El agua será conducida por tuberías de PVC de 315, 250 y 200 mm de diámetro y clase PN6<sup>35</sup>. Las bombas son controladas desde el tablero general en el pivote de cada estructura. El diámetro de riego por aspersor deberá ser entre 10 y 20 metros, con una presión en cada aspersor debe ser entre 10 mca.

Se deberán colocar válvulas de aire que permitan una rápida salida del aire contenido en las tuberías, y una vez que se apaga la bomba permiten que las tuberías se vuelvan llenar de aire. Estas válvulas buscaran evitar los golpes de ariete. El golpe de ariete se origina cuando se cierra bruscamente una válvula instalada en el extremo de una tubería, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por la tubería a una velocidad que puede superar la

---

<sup>35</sup> Diámetros disponibles en mercado Uruguayo.

velocidad del sonido en el fluido. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el fluido, reduciendo su volumen, y dilata ligeramente la tubería.

También se deberán instalar válvulas de seguridad de presión, las cuales se deberán ubicar en el cabezal de bombeo a fin de proteger a todo el sistema de un exceso inesperado de presión.

Los componentes necesarios para el riego en el establecimiento de Agroguay S.A. serian:

Sistema Pivote 1 (P1):

Bomba (caudal: 450 m<sup>3</sup>/hora, presión: 80 mca).

Motor eléctrico: 100 hp.

Tuberías 300": 1960 metros.

Válvula de Sobrepresión

3 Válvulas de aire

Sistema Pivote 2 (P2):

Bomba (caudal: 120 m<sup>3</sup>/hora, presión: 40 mca).

Motor eléctrico 25 hp.

Pivotes 7 tramos (Radio 361,3 metros, Sup.: 60 ha).

Tuberías 250": 1400 metros.

Válvula de Sobrepresión

3 Válvulas de aire

Sistema Pivote 3 (P3):

Bomba (caudal: 120 m<sup>3</sup>/hora, presión: 40 mca).

Motor eléctrico: 25 hp

Pivote fijo de 5 tramos (Radio 300 metros, Sup.: 45 ha).

Tuberías 200": 2540 metros.

Válvula de Sobrepresión

3 Válvulas de aire

Trabajos Varios:

Se deberán realizar zanjeos de 1 metros de profundidad para la instalación de las tuberías. Se requerirán 5,13 km de zanjas.

Se deberá realizar bases de hormigón en cada centro de pivote.

|                                             | Cantidad    |
|---------------------------------------------|-------------|
| Bomba-motor: KSB meganorm 125-200           | 1           |
| Bomba-motor: KSB meganorm 65-200            | 2           |
|                                             |             |
| Pivote 1: Reinke                            | 14 tramos   |
| Pivote 2: Reinke                            | 7 tramos    |
| Pivote 3: Reinke                            | 5 tramos    |
|                                             |             |
| Tuberías de PVC de 315                      | 1960 metros |
| Tuberías de PVC de 250                      | 630 metros  |
| Tuberías de PVC de 200                      | 2540 metros |
|                                             |             |
| Codos de Tubería                            | 20          |
| Cable Subterráneo (AL) 3x95 mm <sup>2</sup> | 5760 metros |
| Cable Señal (Co) 3x2,5 mm <sup>2</sup>      | 5760 metros |
| Válvula de Aire                             | 6           |
| Válvula de Sobrepresión                     | 3           |

Tabla 20: Listado de materiales - sistema de pivote móvil en Agroguay.

### **3.7 - Proveedores**

#### **Pivotes de riego:**

- Valley
- Reinke Global
- Rockink TM

#### **Bombas:**

- Cornell
- KSB

#### **Motores:**

- WEG
- ABB
- John Deere

#### **Tuberías, codos y válvulas:**

- Nicoll S.A.
- Bilpa S.A.

#### **Cables:**

- Rey Campos S.A.
- Alamtec Deronir S.A.

#### **Obras civiles:**

- Conti – contratista local.
- Bianchi – contratista local.

#### **Importación:**

Se podrá realizar mediante una empresa despachante de aduana.

- Ruben A. Redaelli S.A.
- BRASCARGO S.R.L.
- LOGIMEX S.R.L. GRUPOCER

**Comisión de importación:**

De U\$S 25.001.- hasta U\$S 50.000.- 1,25%

De U\$S 50.001.- hasta U\$S 100.000.- 1%

De U\$S 100.001.- hasta U\$S 250.000.- 0,75%

De U\$S 250.001.- hasta U\$S 500.000.- 0,50%

Desde U\$S 500.001.- en adelante (\*) – 0,20%

**Transporte:**

- Ardoino S.A.
- ATLANTIC LOGISTICS

**Asesoramiento legal:**

- Estudio Posadas.

**Asesoramiento impositivo:**

- Estudio Zubizarreta.

**Asesoramiento agrimensura:**

- Agrimensor Merif.

**Asesoramiento agronómico:**

- Ing. Agr. Apple
- Ing. Agr. Alves

**Especialista en riego:**

- Ing. Salas.

### **3.8 - Regulaciones y aprobaciones necesarias**

En Uruguay, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca es el ente responsable de regular el sector agrícola. Este busca contribuir al desarrollo permanente del sector agropecuario, agroindustrial y pesquero, promoviendo su inserción en los mercados externos tanto regionales como extra-regionales, basado en el manejo y uso sostenible de los recursos naturales.

Todas las construcciones de obras hidráulicas destinadas al aprovechamiento del agua para riego agrícola en Uruguay están sujetas a autorización administrativa. Según la Ley de Riego se deberá presentar un proyecto de riego que cuente con:

a) obra hidráulica de toma: memoria técnica, descriptiva y planos de obra avalados por un ingeniero agrónomo, civil o agrimensor, dependiendo de la magnitud de la obra. Un plano de padrones y ubicación avalado por un ingeniero agrimensor.

b) plan de uso de suelos y aguas: contando con foto aérea ubicando el establecimiento, una carta plan-altimétrica, el diseño del proyecto de riego y el sistema de rotación avalado por un ingeniero agrónomo, Ing. Civil o Ing. Agrimensor según corresponda.

c) disponibilidad jurídica de los predios: se deberá acreditar mediante certificado notarial, la vinculación jurídica con los predios en los que se realizaran las obras.

d) componente ambiental del proyecto: sólo si la toma de agua supera los 500 Litros por segundo.

La obra hidráulica de toma de agua y el derecho de uso sobre las aguas a utilizar deberán ser aprobadas por la Dirección Nacional de Hidrografía (DMH), del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

El plan de uso de suelos y aguas deberá ser aprobada por la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

La componente ambiental del proyecto de riego deberá ser aprobado por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA).

### **3.9 - Programa de lanzamiento del proyecto**

Para realizar el programa de lanzamiento del proyecto se definieron las siguientes tareas:

**Tabla de tareas y predecesoras**

| <b>Etapas</b> | <b>Tarea</b>                                                       | <b>Duración (días)</b> | <b>Predecesora</b> |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
|               | Finalización del Proyecto                                          | 505                    |                    |
| A)            | Solicitud de Autorización Administrativa:                          |                        |                    |
| A1            | Plan de obra hidráulica de toma                                    | 60                     | -                  |
| A2            | Plan de uso de suelos y aguas                                      | 30                     | A1                 |
| A3            | Disponibilidad jurídica de los predios                             | 10                     | -                  |
| A4            | Aprobaciones de DMH, DGRNR y DINAMA                                | 180                    | A1, A2, A3         |
| B)            | Instalación Eléctrica:                                             |                        |                    |
| B1            | Pedido de potencia requerida a (UTE).                              | 30                     | A4                 |
| B2            | Instalación externa de transformador de alta a baja tensión (UTE). | 30                     | B1                 |
| B3            | Instalación Eléctrica Bombeo.                                      | 3                      | B2                 |
| B4            | Instalación Eléctrica Pivotes.                                     | 3                      | B2                 |
| C)            | Obras de Estructura:                                               |                        |                    |
| C1            | Bases de pilotes (cementación).                                    | 2                      | A4                 |
| C2            | Bases de bombas y motores (cementación).                           | 2                      | A4                 |
| C3            | Aljibe de toma de agua.                                            | 5                      | A4                 |
| C4            | Emparejado de terrenos                                             | 15                     | A4                 |
| C5            | Armado de caminos para la movilidad del pivote móvil               | 5                      | A4                 |
| C6            | Zanjas para tuberías                                               | 5                      | A4                 |
| C7            | Fijación de tuberías con cubos fijantes de cemento                 | 2                      | D6                 |
| D)            | Maquinarias:                                                       |                        |                    |
| D1            | Elección de maquinarias necesarias                                 | 15                     | A1                 |
| D2            | Pedido y Compra de maquinarias/elementos                           | 30                     | A4, D2             |
| D3            | Recepción                                                          | 30                     | D2                 |
| D4            | Instalación de Bombas y Motores                                    | 2                      | D3                 |
| D5            | Instalación de Pivotes                                             | 15                     | D3                 |
| D6            | Instalación de Tuberías.                                           | 5                      | D3, C6             |

|    |                                |     |            |
|----|--------------------------------|-----|------------|
| E) | Puesta en marcha y lanzamiento |     |            |
| E1 | Pruebas y Ajustes              | 1   | A, B, C, D |
| E2 | Puesta en Marcha y Lanzamiento | 1   | E1         |
| E3 | Capacitación a Personal        | 360 | E2         |

Tabla 21: Tareas y predecesoras

Duración Total: 505 días.

Del diagrama de Gantt<sup>36</sup> se puede apreciar que el camino crítico esta conformado básicamente de la aprobación gubernamental del riego y del pedido e importación de los elementos a instalar. Como no hay forma de estar seguro de que se apruebe el proyecto no podrá comenzar ninguna de las tareas propias de la instalación sin tener las aprobaciones correspondientes.

---

<sup>36</sup> Ver en Anexo 5 el Diagrama de Gantt.



## **CAPITULO 4: ESTUDIO ECONOMICO - FINANCIERO**

### **4.1 - Estudio económico**

En todo proyecto es de suma importancia realizar un estudio de costos para poder evaluar la diversidad de los mismos y el impacto que tienen sobre la rentabilidad. Agroguay S.A es una empresa en actividad que busca analizar el valor agregado que aportaría el proyecto de riego. Por este motivo se evalúan todos los ingresos y egresos adicionales que atraería el proyecto sin considerar el sistema con el que la empresa ya trabaja.

#### **Moneda e inflación**

Dado que casi toda la operación de Agroguay S.A, desde la compra de insumos, la compra de maquinaria y la venta de la producción se realizan en dólares, el proyecto se analizará utilizando al dólar como moneda y no el peso uruguayo.

En el proyecto se estiman todos los gastos y costos a valores constantes, es decir sin inflación, y se analizan las posibles variaciones de precios y rendimientos pero no por conceptos inflacionarios.

Finalmente, se modifican los costos y los gastos por inflación para poder determinar los flujos de fondos del proyecto que utilizan tasas nominales. Para poder cuantificar la inflación del dólar estadounidense con la que se modifican los precios. Se toma como base la proyección del índice CPI (inflación de los precios del consumidor) elaborada por el Economist Intelligence Unit.

|           | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Inflación | 1,95% | 2,06% | 2,19% | 2,30% | 2,30% | 2,50% | 2,50% | 2,50% | 2,50% | 2,50% |

Tabla 22: Inflación del Dólar

## Tasa de descuento

El análisis del costo de capital tiene como fin analizar si la inversión que se propone tiene mayor rendimiento de lo que se podría obtener invirtiendo la misma suma de dinero en el sistema financiero. Lo que significa analizar el costo oportunidad que genera usar ese capital en la inversión. Para que se acepte el proyecto, este debe tener un rendimiento tal que permita solventar la deuda contraída para su desarrollo, retribuir a los socios el retorno esperado y además crear valor para la compañía.

## Costo de la deuda

La tasa de descuento siempre tiene que estar acorde al flujo que se aplica, como en el análisis se corrigió el efecto impositivo de los gastos financieros, el costo de la deuda es igual a la tasa con la que se toman los préstamos, es decir, 350 bps sumado a la tasa Libor.

Se usa la tasa Libor a 6 meses (“6m Libor”) por la característica semestral de pagos del préstamo. Actualmente la 6m Libor se encuentra en valores muy bajos, cercanos al 0,7%, pero se espera que se incremente en los años venideros por lo que para el análisis del proyecto se considera el promedio de los últimos 10 años de la 6m Libor de 2,3%.

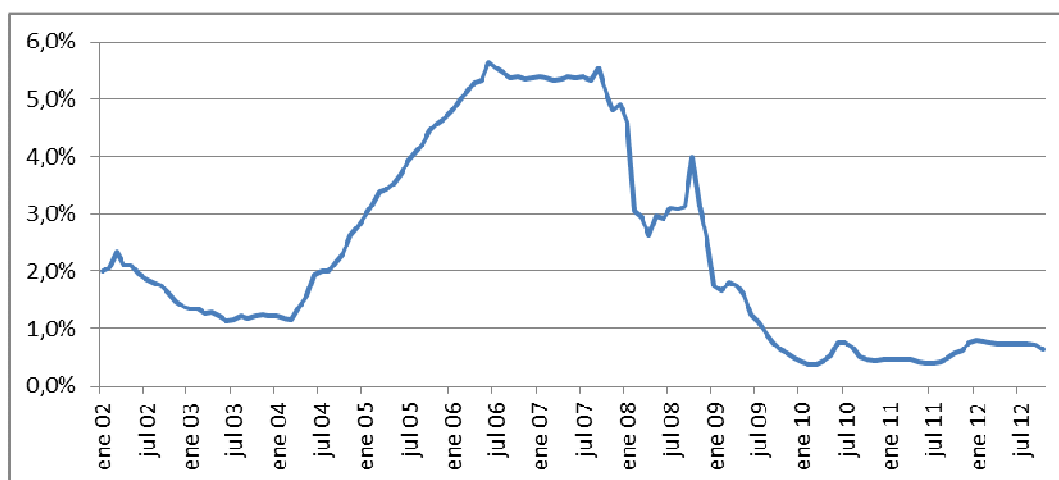


Figura 26: Serie histórica tasa LIBOR a 6 meses.

## Costo del capital propio

La metodología elegida para obtener el costo del capital fue la del modelo CAPM (capital asset pricing model). Este método consiste en calcular el costo que tiene

el capital que se invierte como lo que rinde una inversión de similar riesgo en el mercado. Este costo se calcula como la suma de la tasa libre de riesgo de Estados Unidos, más el riesgo país, más la diferencia de los rendimientos de los bonos americano y las acciones del índice F&P500, con su respectivo ajuste por el riesgo del sector agrícola.

Se toma la tasa de los bonos del tesoro de los Estados Unidos a 10 años como la tasa libre de riesgo por ser los Estados Unidos la economía más representativa del mundo. Se asume que el riesgo que se den en default es nulo. El rendimiento de esta tasa se calcula como el promedio aritmético de los últimos 10 años, debido a que la naturaleza de la inversión que se está considerando tiene esa misma duración. Dando una tasa libre de riesgo ( $R_{fEEUU}$ ) de 5,83%<sup>37</sup>.

Por otra parte, como Agroguay opera en el mercado de Uruguay es necesario sumar el riesgo país a la tasa libre de riesgo de Estados Unidos, para así obtener la tasa libre de riesgo en Uruguay. El riesgo país utilizado en el proyecto fue el calculado por JP Morgan (EMBI+). Tomando en consideración que es un índice que varía mucho con el tiempo se tomo el promedio del último año para determinar la tasa libre de riesgo. El riesgo país de Uruguay del último año ( $R_{fURU}$ ) fue de 1,92%<sup>38</sup>, dando una tasa libre de riesgo para el proyecto de 5,83%.

Para La Tasa de Retorno Medio del Mercado ( $R_m$ ) se considero el rendimiento del índice bursátil S&P500 (Standard & Poor's 500 index) por considerarse uno de los índices bursátiles más importantes de Estados Unidos, representando así el rendimiento de mercado. Es representativo debido a que agrupa a las compañías Americanas más grandes. El retorno medio de mercado es de 4,93%<sup>39</sup>

La diferencia de los dos rendimientos anteriores resulta en la prima de mercado. Esta es el rendimiento promedio extra del mercado que se obtiene sobre el rendimiento libre de riesgo, dando un valor negativo de 0,9%.

A causa de que el valor calculado como rendimiento de mercado considera a todas las compañías del sistema, es necesario ajustarlo por el tipo de industria en la que Agroguay se desenvuelve. Este factor denominado beta, toma en consideración la relación de rendimiento de la industria específica con el rendimiento del mercado.

---

<sup>37</sup> Fuente: Tesoro de los Estados Unidos

<sup>38</sup> Fuente: Ambito.com

<sup>39</sup> Fuente: Demoran On – Implied Equity Risk Premiums.

Siendo el mismo también ajustado por los factores de Beta Inter-bursátil y el termino correctivo. Dando un beta (“ $\beta$ ”) de 0,49.

Con estos valores se prosiguió a calcular el costo de capital:

|                                                                             |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|
| Costo de Capital propio (Ke) : $R_{f_{URU}} + R_{f_{EEUU}} + R_m * \beta =$ | 7,31% |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------|

Un costo de capital del 7,31 % significa que Agroguay no deberá invertir si el proyecto no rinde al menos ese porcentaje, ya que si no fuese superior se podría invertir fuera de la empresa creando más valor.

Un costo de capital de 7,31% es un valor acorde a las tasas de mercado actuales en Uruguay. Actualmente los bonos de la Reduplica Oriental del Uruguay se emiten a 12 años con una tasa del 6,9%<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Uruguay. Bono global 2025 en dólares.

Inversión inicial

Para la realización del estudio económico primero se analiza las inversiones en activo fijo para poder determinar, a través de las amortizaciones, los costos incrementales en la producción.

Los activos fijos comprenden todas las inversiones iniciales que hay que realizar para poner en marcha la empresa. Los mismos pueden dividirse en Bienes de Uso y Cargos Diferidos.

|                                        | Cantidad    | Precio Unitario |      | Costo (\$) |
|----------------------------------------|-------------|-----------------|------|------------|
| Bomba-Motor: KSB meganorm 125-200      | 1           | 20.800          | \$/u | 20.800     |
| Bomba-Motor: KSB meganorm 65-200       | 2           | 5.050           | \$/u | 10.100     |
| Sub Total Bombeo                       |             |                 |      | 30.900     |
|                                        |             |                 |      |            |
| Pivote 1: Reinke                       | 14 tramos   | 192.000         | \$/u | 192.000    |
| Pivote 2: Reinke                       | 7 tramos    | 68.000          | \$/u | 68.000     |
| Pivote 3: Reinke                       | 5 tramos    | 65.000          | \$/u | 65.000     |
| Sub Total Pivotes                      |             |                 |      | 325.000    |
|                                        |             |                 |      |            |
| Tuberías de PVC de 315                 | 1960        | 32,7            | \$/m | 64.092     |
| Tuberías de PVC de 250                 | 630         | 21              | \$/m | 13.230     |
| Tuberías de PVC de 200                 | 2540        | 13,3            | \$/m | 33.782     |
| Sub Total Tuberías                     |             |                 |      | 111.104    |
|                                        |             |                 |      |            |
| Cable Subterráneo (AL) 3x95 mm2        | 5760 metros | 7 \$/m          | \$/m | 40.320     |
| Cable Señal (Co) 3x2,5 mm2             | 5760 metros | 2 \$/m          | \$/m | 11.520     |
| Sub Total Cableado                     |             |                 |      | 51.840     |
|                                        |             |                 |      |            |
| Codos y conectores de Tubería          | 20          | 90              | \$/u | 1.800      |
| Válvula de Aire                        | 6           | 500             | \$/u | 3.000      |
| Válvula de Sobrepresión                | 3           | 900             | \$/u | 2.700      |
| Sub Total Otros                        |             |                 |      | 7.500      |
|                                        |             |                 |      |            |
| Investigaciones y estudios             |             |                 |      | 5.000      |
| Plan de obra hidráulica de toma        |             |                 |      | 1.000      |
| Plan de uso de suelos y aguas          |             |                 |      | 1.000      |
| Disponibilidad jurídica de los predios |             |                 |      | 500        |
| Cargos Diferidos                       |             |                 |      | 7.500      |
|                                        |             |                 |      |            |

|                      |                                                                   |         |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| Obras Civiles        | (aljibe, terraplenes, bases de bombas, bases de pivotes, zanjeos) | 46.000  |
| Costos Instalación   |                                                                   | 20.000  |
| Transporte           |                                                                   | 23.000  |
| Importación          |                                                                   | 23.725  |
| Sub Total Estructura |                                                                   | 112.725 |

Tabla 23: Inversiones en activo fijo sin IVA.<sup>41</sup>

La inversión total requerida es de 678.898,00 dólares.

El calendario de inversión se divide en tres etapas:

**Etapas 1** (2012): 16.700,00 US\$ - Inversión en cargos diferidos y un 20% de las obras civiles.

**Etapas 2** (2013): 600.669,00 US\$ - Inversión en maquinarias, importación, transporte y 60% de las obras civiles.

**Etapas 3** (2014): 61.528,00 US\$ - Inversión en finalización de obras civiles y en instalación de maquinarias.

Para los gastos que muestran el desgaste generado por la utilización de los bienes (Amortizaciones de Bienes Uso<sup>42</sup>) se utiliza en el proyecto el sistema de depreciación lineal:

$$amortización = \frac{I_o - V_r}{V_u}$$

Donde  $I_o$  es la inversión inicial,  $V_r$ , el valor residual y  $V_u$ , la vida útil del bien. El valor residual se estimo como el 10% del valor original para cada bien. Los cargos diferidos no poseen valor residual. La vida útil se determinó para cada bien por separado.

En Uruguay la amortización de una inversión de riego se permite contabilizarla entera en el primer año.

---

<sup>41</sup> Fuente: Cotizaciones de Empresas.

<sup>42</sup> Ver Anexo 4: Amortizaciones.

### Producción adicional

Como el análisis del proyecto se realizara en bases incrementales el rendimiento adicional que se obtendrá con riego en 304 hectáreas se considero la suma de dos componentes: (i) una componente complementaria del riego, que es la diferencia entre rendimiento esperado con riego y el rendimiento esperado sin riego<sup>43</sup>; y (ii) una componente suplementaria que incrementa un 3/10 del rendimiento esperado sin riego dado a que históricamente en la zona se pierden 3 de cada 10 cosechas a causa de falta de agua en momentos críticos.

Se considera que Agroguay realizara una rotación de cultivos compuesto de trigo / maíz 2da / trigo / soja2da. Al no tenerse certeza de los cultivos que se realizaran en el periodo analizado a fin de calcular el beneficio se considera la facturación como la suma de la facturación de un año de trigo y el promedio de un año de soja y maíz.

Notar que como el proyecto estará operativo a partir de la campaña de invierno 2014, el primer beneficio de implementar riego se vera con la cosecha de trigo del 2014.

|                                            |       | Unidades | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|--------------------------------------------|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Rendimiento adicional por riego            | Soja  | qq/ha    | -       | 27      | 27      | 28      | 28      | 29      | 29      | 30      | 30      |
|                                            | Trigo | qq/ha    | 26      | 26      | 27      | 27      | 27      | 28      | 28      | 29      | 29      |
|                                            | Maíz  | qq/ha    | -       | 52      | 53      | 54      | 55      | 56      | 57      | 58      | 59      |
| Rendimiento generado salvación de año seco | Soja  | qq/ha    | -       | 9       | 9       | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      | 11      |
|                                            | Trigo | qq/ha    | 11      | 11      | 11      | 11      | 11      | 11      | 12      | 12      | 12      |
|                                            | Maíz  | qq/ha    | -       | 24      | 25      | 25      | 26      | 26      | 26      | 27      | 27      |
| Producción Adicional                       | Soja  | Ton/año  | -       | 1.086   | 1.107   | 1.129   | 1.152   | 1.175   | 1.199   | 1.223   | 1.247   |
|                                            | Trigo | Ton/año  | 1.103   | 1.120   | 1.137   | 1.154   | 1.172   | 1.190   | 1.208   | 1.227   | 1.246   |
|                                            | Maíz  | Ton/año  | -       | 2.337   | 2.374   | 2.413   | 2.452   | 2.492   | 2.532   | 2.573   | 2.615   |
| Precios                                    | Soja  | \$/ton   | 500     | 467     | 445     | 430     | 421     | 414     | 410     | 408     | 406     |
|                                            | Trigo | \$/ton   | 266     | 252     | 244     | 239     | 237     | 235     | 234     | 234     | 233     |
|                                            | Maíz  | \$/ton   | 271     | 254     | 241     | 230     | 220     | 213     | 206     | 201     | 197     |
| Facturación Adicional                      | Soja  | \$/año   | -       | 506.506 | 492.351 | 485.909 | 484.702 | 487.069 | 491.895 | 498.437 | 506.194 |
|                                            | Trigo | \$/año   | 293.113 | 282.390 | 277.622 | 276.441 | 277.430 | 279.743 | 282.873 | 286.519 | 290.501 |
|                                            | Maíz  | \$/año   | -       | 594.418 | 571.910 | 554.138 | 540.370 | 529.989 | 522.477 | 517.399 | 514.389 |
| Facturación Total <sup>44</sup>            |       |          | 293.113 | 843.702 | 293.113 | 832.852 | 809.753 | 796.465 | 789.966 | 788.272 | 790.059 |

Tabla 24: Incremento de rendimiento y facturación con riego.

<sup>43</sup> Ver rendimiento de secciones 2.4, 2.5 y 2.6 (paginas 23, 18 y 33)

<sup>44</sup> Facturación Total= Facturación Trigo + (Facturación Soja + Facturación Maíz)/2

## Costos

Para el análisis del proyecto de inversión en riego no se consideran los costos que ya tiene Agroguay S.A. en su producción actual, sino solo se consideran los costos incrementales. Se establecen 4 centros de costos para establecer claramente los orígenes de los costos, entre ellos: Producción, Comercialización, Administración y Financieros.

### Costos de producción y comercialización:

Implementando un sistema de riego complementario se incrementan los costos relacionados a siembra, fertilización y uso de agroquímicos. Esto se debe a que incluir riego en el sistema productivo actual se empezarían a utilizar híbridos de semillas más caros, se incrementaría la densidad de siembra, un mayor uso de fertilizantes dado el mayor consumo de nutrientes. Estos costos se estiman en un 25% mayor al costo actual.

También se verán modificados los costos de comisión de ventas, secado, cosecha y flete, principalmente por el incremento de volumen de producción.

| \$/año          |                  |            | 2014   | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|-----------------|------------------|------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Soja            | Comercialización | Comisión   | 0      | 10.130  | 9.847   | 9.718   | 9.694   | 9.741   | 9.838   | 9.969   | 10.124  |
|                 | Semillas         | \$/ha      | 0      | 0       | 5.178   | 0       | 5.178   | 0       | 5.178   | 0       | 5.178   |
|                 | Fertilización    | \$/ha      | 0      | 0       | 3.166   | 0       | 3.166   | 0       | 3.166   | 0       | 3.166   |
|                 | Servicios        | Secado     | 0      | 2.931   | 2.990   | 3.050   | 3.110   | 3.173   | 3.236   | 3.301   | 3.367   |
|                 |                  | Cosecha    | 0      | 43.053  | 41.850  | 41.302  | 41.200  | 41.401  | 41.811  | 42.367  | 43.027  |
|                 |                  | Flete      | 0      | 10.856  | 11.073  | 11.294  | 11.520  | 11.751  | 11.986  | 12.226  | 12.470  |
|                 |                  | Silo bolsa | 0      | 2.171   | 2.215   | 2.259   | 2.304   | 2.350   | 2.397   | 2.445   | 2.494   |
| Sub Total Soja  |                  |            |        | 77.485  | 76.318  | 75.967  | 76.173  | 76.760  | 77.612  | 78.651  | 79.825  |
| Trigo           | Comercialización | Comisión   | 5.862  | 5.648   | 5.552   | 5.529   | 5.549   | 5.595   | 5.657   | 5.730   | 5.810   |
|                 | Semillas         | \$/ha      | 4.378  | 4.378   | 4.378   | 4.378   | 4.378   | 4.378   | 4.378   | 4.378   | 4.378   |
|                 | Fertilización    | \$/ha      | 6.916  | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   |
|                 | Servicios        | Secado     | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
|                 |                  | Cosecha    | 29.897 | 28.804  | 28.317  | 28.197  | 28.298  | 28.534  | 28.853  | 29.225  | 29.631  |
|                 |                  | Flete      | 11.027 | 11.196  | 11.368  | 11.543  | 11.720  | 11.900  | 12.082  | 12.268  | 12.456  |
|                 |                  | Silo bolsa | 2.205  | 2.239   | 2.274   | 2.309   | 2.344   | 2.380   | 2.416   | 2.454   | 2.491   |
| Sub Total Trigo |                  |            | 60.286 | 59.181  | 58.805  | 58.871  | 59.204  | 59.702  | 60.303  | 60.970  | 61.682  |
| Maíz            | Comercialización | Comisión   | 0      | 11.888  | 11.438  | 11.083  | 10.807  | 10.600  | 10.450  | 10.348  | 10.288  |
|                 | Semillas         | \$/ha      | 0      | 11.400  | 11.400  | 11.400  | 11.400  | 11.400  | 11.400  | 11.400  | 11.400  |
|                 | Fertilización    | \$/ha      | 0      | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   | 6.916   |
|                 | Servicios        | Secado     | 0      | 14.019  | 14.247  | 14.478  | 14.713  | 14.951  | 15.193  | 15.440  | 15.690  |
|                 |                  | Cosecha    | 0      | 44.581  | 42.893  | 41.560  | 40.528  | 39.749  | 39.186  | 38.805  | 38.579  |
|                 |                  | Flete      | 0      | 23.366  | 23.745  | 24.130  | 24.521  | 24.918  | 25.322  | 25.733  | 26.150  |
|                 |                  | Silo bolsa | 0      | 4.673   | 4.749   | 4.826   | 4.904   | 4.984   | 5.064   | 5.147   | 5.230   |
| Sub Total Maíz  |                  |            | 0      | 116.844 | 115.388 | 114.392 | 113.789 | 113.518 | 113.532 | 113.788 | 114.253 |
| Total           |                  |            | 60.286 | 156.345 | 154.658 | 154.051 | 154.185 | 154.841 | 155.875 | 157.190 | 158.721 |

Tabla 25: Costo incremental de producción.

Los gastos generales de fabricación se verán incrementados por la amortización de la inversión inicial, la energía eléctrica consumida y el gasto en mantenimiento de la maquinaria.

Los costos variables de consumo de energía eléctrica debido al uso del sistema de riego pasaran a tomar relevancia. Este consumo estará compuesto por los años que utilice el riego complementario en los que se riega aproximadamente 370 mm/ha y de el riego suplementario de los años secos (3 de cada 10), en los que se regara aproximadamente 1350 mm/ha.

Los gastos del mantenimiento de las maquinas se estimo como un 5% del valor de las maquinarias.

|                                  | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           | 2018           | 2019           | 2020           | 2021           | 2022           |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Amortizaciones Inversión         | 62.535         | 62.535         | 62.535         | 62.535         | 61.035         | 61.035         | 61.035         | 61.035         | 61.035         |
| Energía Eléctrica Complementario | 10.435         | 20.870         | 20.870         | 20.870         | 20.870         | 20.870         | 20.870         | 20.870         | 20.870         |
| Energía Eléctrica Suplementario  | 11.598         | 23.195         | 23.195         | 23.195         | 23.195         | 23.195         | 23.195         | 23.195         | 23.195         |
| Mantenimiento de Maquinaria      | 33.945         | 33.945         | 33.945         | 33.945         | 33.945         | 33.945         | 33.945         | 33.945         | 33.945         |
| <b>Total</b>                     | <b>118.512</b> | <b>140.545</b> | <b>140.545</b> | <b>140.545</b> | <b>139.045</b> | <b>139.045</b> | <b>139.045</b> | <b>139.045</b> | <b>139.045</b> |

Tabla 26: Gasto general de producción incremental.

| Unidades                      | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Costo Adicional de Producción | 181.883 | 303.059 | 301.372 | 300.765 | 299.399 | 300.055 | 301.089 | 302.404 | 303.936 |

Tabla 27: Costo adicional (tabla 26 + tabla 27).

El gravado del IVA solo afectara los rubros de electricidad, mantenimiento y flete dado que el resto de los costos están exentos<sup>45</sup>.

| IVA de lo producido              | 2014          | 2015          | 2016          | 2017          | 2018          | 2019          | 2020          | 2021          | 2022          |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| GGF                              | 12.994        | 18.519        | 18.519        | 18.519        | 18.519        | 18.519        | 18.519        | 18.519        | 18.519        |
| Servicios                        | 4.911         | 11.645        | 11.748        | 11.853        | 11.960        | 12.069        | 12.179        | 12.292        | 12.406        |
| <b>Total IVA de lo Producido</b> | <b>17.904</b> | <b>30.164</b> | <b>30.268</b> | <b>30.373</b> | <b>30.480</b> | <b>30.588</b> | <b>30.699</b> | <b>30.811</b> | <b>30.925</b> |

Tabla 28: IVA de producción.

<sup>45</sup> Ver Estructura Tributaria de Uruguay.

### Costos de administración:

Dado el alto riesgo de la actividad agropecuaria se suelen contratar seguros contra granizo, viento y heladas. La compañía de seguros Surco Seguros ofrece productos de cobertura en los que se asegura una suma que consiste en el beneficio esperado en una determinada superficie. El costo del seguro se compone de una prima, que varía según el riesgo, sobre el valor asegurado.

El granizo es la precipitación atmosférica de agua congelada que por efecto del impacto puede ocasionar pérdidas sobre el cultivo. La prima del seguro contra granizo con incendio es de 2,5% de la producción.

Vientos fuertes pueden afectar los cultivos causando desarraigue de raíz, defoliación, quebrado, vuelco irreversible, desgrane o desprendimiento. La prima de cobertura contra viento y heladas es del 1,5% del valor.

Los seguros cubren un máximo de 1.200 dólares por hectárea.

|                    | Prima | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   |
|--------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Granizo e incendio | 2,6%  | 7.621  | 21.654 | 21.054 | 20.708 | 20.539 | 20.495 | 20.542 | 20.655 | 20.821 |
| Viento y helada    | 1,5%  | 4.397  | 12.493 | 12.146 | 11.947 | 11.849 | 11.824 | 11.851 | 11.917 | 12.012 |
| Total Seguros      |       | 12.018 | 34.147 | 33.200 | 32.655 | 32.389 | 32.319 | 32.392 | 32.572 | 32.832 |

Tabla 29: Costo en seguros/costo de administración

### Costos financieros:

A fin de establecer la estructura óptima de deuda en la inversión se utilizó la metodología de CAPM.

El Banco de la República Oriental del Uruguay ofrece créditos para proyectos de inversión de riego agrícola a tasas de LIBOR a 6 meses + 340bps. Actualmente la tasa LIBOR está cotizando a 0,7%, con un promedio de los últimos 10 años de 2,3% dando una tasa de interés antes del impuesto a la renta de 5,7%. El crédito se ofrece para financiar hasta el 70% de la inversión, con un plazo de hasta 5 años y sistema de amortización francés.

El crédito es de vencimiento semestral. El crédito además trae un gasto bancario del 0,5% anual sobre el monto de la deuda (el gasto bancario se paga semestralmente).

A fin de establecer la estructura óptima de deuda en la inversión se utilizó la metodología de CAPM en la que se calcula a partir del porcentaje financiado, el costo de la

deuda y el costo de capital<sup>46</sup>, el costo de capital ponderado (WACC) al que será valuado el proyecto.

| Porcentaje a ser financiado | Deuda /Capital | Costo de Deuda Después de IRAE | Beta estimado | Costo de Capital | WACC |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|------------------|------|
| 0%                          | 0%             | 4%                             | 0,49          | 7,3%             | 7,3% |
| 10%                         | 11%            | 4%                             | 0,53          | 7,3%             | 7,0% |
| 20%                         | 25%            | 4%                             | 0,58          | 7,2%             | 6,6% |
| 30%                         | 43%            | 4%                             | 0,65          | 7,2%             | 6,3% |
| 40%                         | 67%            | 4%                             | 0,73          | 7,1%             | 6,0% |
| 50%                         | 100%           | 4%                             | 0,86          | 7,0%             | 5,6% |
| 60%                         | 150%           | 4%                             | 1,04          | 6,8%             | 5,3% |
| 70%                         | 233%           | 4%                             | 1,35          | 6,5%             | 5,0% |

Tabla 30: Calculo del WACC según estructura de deuda.

Dado que el costo de deuda es menor que el costo de capital propio, es conveniente tomar todo el crédito que sea posible. Por esta razón es que se decide tomar un crédito por el 70% del valor del activo fijo de la inversión, siendo el crédito a pedir de 368.440,8 US\$, a ser totalmente repagado en el 2017.

Los gastos financieros comprenden todos los cargos generados por el préstamo que se toma, es decir, los intereses y gastos bancarios pagados por utilizar financiamiento de terceros.

|                | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Amortización   | 65.591,43 | 69.410,84 | 73.452,65 | 77.729,82 | 82.256,06 |
| Interés        | 20.222,85 | 16.403,44 | 12.361,63 | 8.084,46  | 3.558,22  |
| Gasto Bancario | 3.194,79  | 2.510,37  | 1.786,09  | 1.019,63  | 208,55    |
| Total          | 89.009,07 | 88.324,65 | 87.600,37 | 86.833,92 | 86.022,83 |

Tabla 31: Evolución del préstamo.

La cuota que se debe pagar semestralmente es de \$42.907 que incluye los intereses y las amortizaciones. Al utilizar el sistema francés, la cuota es constante a lo largo del préstamo.

<sup>46</sup> Ver calculo de tasa de descuento en pagina 60.

## Estructura tributaria del Uruguay

Las principales características del régimen de inversiones en Uruguay son que: (i) No existen restricciones para la repatriación del capital ni de los beneficios; (ii) Existe un mercado abierto de cambios y no regulado; (iii) Existe un tratamiento favorable para importar bienes de capital; (iv) Existe libertad total de exportación; (v) Existe un régimen de devolución de los impuestos indirectos; (vi) Se pueden denominar contratos por bienes o servicios en moneda extranjera; y (vii) se pueden efectuar pagos y cobros en moneda extranjera.

Los principales impuestos que gravan la actividad empresarial son el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el Impuesto al Patrimonio, el Impuesto a la Renta y el Impuesto Específico Interno.

El IVA es un impuesto que grava la circulación interna de bienes, la prestación de servicios en el territorio nacional y las importaciones. La tasa básica del IVA es del 22%. Para la liquidación del impuesto se permite la deducción del IVA abonado en la adquisición de los insumos de la actividad por lo cual dicho impuesto no tiene efecto acumulativo. La exportación de bienes e inclusive servicios no tributa el impuesto y obtiene, además, la devolución del impuesto pagado en la adquisición de insumos.

El Impuesto a las Rentas de Actividades Económicas (IRAE) grava a una tasa del 25% las rentas de fuente uruguaya. Como los resultados del ejercicio se determinan al final del año, las cargas generadas por impuesto a las ganancias se pagan al ejercicio siguiente, como consecuencia, en el balance existirá el rubro deudas fiscales que representa dichos cargos. Por otro lado, si en algún ejercicio el resultado es negativo, es decir, se genera un quebranto que se puede utilizar para disminuir la base imponible de los siguientes ejercicios, con un máximo de 5 ejercicios.

El Impuesto al Patrimonio (IP) es un impuesto que grava los activos en el país - deducidas ciertas deudas- al cierre del ejercicio económico anual con tasas del 1,5%. Los activos agropecuarios actualmente están exentos, pero esta previsto la suspensión de dicha desgravación.

La actividad agropecuaria goza actualmente en Uruguay de un régimen tributario sumamente ventajoso. El mismo se traduce en una exoneración total frente al IP, ausencia de detracciones sobre exportaciones y devolución de impuestos abonados por la adquisición de los insumos de los productos exportados, a lo que se suma un ventajoso régimen de gravabilidad de rentas.

Para el análisis del proyecto de riego se tendrán en cuenta los impuestos del IVA y de la Renta (IRAE). Estos son los únicos impuestos que varían para Agroguay S.A. al implementar el proyecto de riego.

La venta de semillas e insumos específicos en Uruguay están exentos de IVA. El IVA que se pague en compras se podrá luego descontar como pago a ganancias.

#### **I.V.A. sobre inversiones en activo fijo:**

La dirección general de ingresos de Uruguay exonera la importación de equipos de riego, destinados exclusivamente a la actividad agropecuaria, al solo efecto de su presentación ante la Dirección General Impositiva, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, de la cual se deberá obtener un certificado con previa conformidad del Ministerio de Economía y Finanzas. Como las empresas como Valley y Reinke ofrecen la instalación “llave en mano” del sistema de riego se exonera toda la inversión de IVA.

#### Cuadro de resultados

Con la facturación proyectada y los costos calculados, se construye el cuadro de resultados para el proyecto.

|                                   | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Ventas Adicionales                | 0       | 293.113 | 832.852 | 809.753 | 796.465 | 789.966 | 788.272 | 790.059 | 794.437 | 800.792 |
| Ingresos Totales                  | 0       | 293.113 | 832.852 | 809.753 | 796.465 | 789.966 | 788.272 | 790.059 | 794.437 | 800.792 |
| Costo de Producción de lo Vendido | 62.535  | 176.020 | 275.393 | 274.535 | 274.435 | 273.349 | 274.119 | 275.144 | 276.357 | 277.714 |
| Costo de Comercialización         | 0       | 5.862   | 27.666  | 26.838  | 26.330  | 26.050  | 25.936  | 25.945  | 26.047  | 26.222  |
| Costos de Administración          | 0       | 12.018  | 34.147  | 33.200  | 32.655  | 32.389  | 32.319  | 32.392  | 32.572  | 32.832  |
| Costo Financiero                  | 23.418  | 18.914  | 14.148  | 9.104   | 3.767   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Costo total de lo vendido         | 85.952  | 212.814 | 351.354 | 343.676 | 337.186 | 331.787 | 332.374 | 333.481 | 334.976 | 336.768 |
| Resultado Op                      | -85.952 | 80.298  | 481.497 | 466.076 | 459.279 | 458.179 | 455.897 | 456.578 | 459.461 | 464.024 |
| Ganancias                         | 0       | 20.075  | 120.374 | 116.519 | 114.820 | 114.545 | 113.974 | 114.144 | 114.865 | 116.006 |
| Utilidad Neta                     | -85.952 | 60.224  | 361.123 | 349.557 | 344.459 | 343.634 | 341.923 | 342.433 | 344.596 | 348.018 |

Tabla 32: Cuadro de resultados.

\* El año 2013 no se tiene ningún ingreso dado a que todavía no se tiene el riego funcionando pero como ya comienza a comprar las maquinarias y ya se tomo el préstamo, se tienen costos de amortización de bienes de uso y costos financieros del préstamo.

## 4.2 - Estudio financiero

El estudio financiero busca determinar la conveniencia de invertir o no en el proyecto analizando el flujo de fondos. Para armar este se debe primero analizar todas las fuentes de ingresos y egresos. El cuadro de fuentes y usos se obtendrá de los datos analizados en la sección económica agregando a estos el análisis del pago de impuestos y el activo de caja necesario para operar.

### Impuestos - pago a la DGI<sup>47</sup>

El pago de impuestos adicionales del proyecto tendrá dos conceptos, el pago del impuesto a la renta del 25% y el pago del IVA del 22%.

El resultado negativo de los primeros años se podrá descontar al impuesto a pagar en forma de quebranto.

Dado que en la actividad agropecuaria en Uruguay el IVA a la venta de grano esta exento, el crédito fiscal generado por el IVA de compras se deducirá del impuesto a la renta a pagar.

El total de los impuestos se paga de la siguiente manera:

| Pago de Impuestos                  | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| IRAE                               | 0       | 20.075  | 120.374 | 116.519 | 114.820 | 114.545 | 113.974 | 114.144 | 114.865 | 116.006 |
| Quebranto                          | -85.952 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Quebranto Acumulado                | 0       | -85.952 | -65.878 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Debito fiscal después de quebranto | 0       | 0       | 54.497  | 116.519 | 114.820 | 114.545 | 113.974 | 114.144 | 114.865 | 116.006 |
| Recupero de IVA                    | -24.800 | -17.904 | -30.164 | -30.268 | -30.373 | -30.480 | -30.588 | -30.699 | -30.811 | -30.925 |
| Crédito Fiscal Acumulado IVA       | 0       | -24.800 | -42.704 | -18.371 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Pago a la DGI                      | 0       | 0       | 0       | 67.880  | 84.447  | 84.065  | 83.386  | 83.446  | 84.054  | 85.081  |

Tabla 33: Evolución de pago de impuestos.

<sup>47</sup> DGI: Dirección General Impositiva.

Activo de trabajo

Se considero como activo de trabajo un 2,5% de las ventas para hacer frente a todos los gastos imprevistos necesarios para la operación.

| Activo de Trabajo                     | 2014  | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   |
|---------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Disponibilidad Mínima de Caja         | 7.328 | 20.821 | 20.244 | 19.912 | 19.749 | 19.707 | 19.751 | 19.861 | 20.020 |
| Variación Inversión Activo de Trabajo | 7.328 | 13.493 | -577   | -332   | -162   | -42    | 45     | 109    | 159    |

Tabla 34: Activo de trabajo.

Cuadro de fuentes y usos

Para poder determinar el flujo de fondos se armó el cuadro de Fuentes y Usos del proyecto. En el período de instalación las inversiones se financiarán con capital propio y créditos no renovables. Al comenzar el período de explotación se cobrará por las ventas con lo cual cubrirá el costo total de lo vendido. Al final del proyecto se considera que se venden los equipos a un valor residual de 10%.

| Fuentes                   | 2012          | 2013           | 2014           | 2015           | 2016             | 2017             | 2018             | 2019             | 2020             | 2021             | 2022             |
|---------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Saldo ej anterior         | 0             | 0              | 62.535         | 129.635        | 649.256          | 1.095.369        | 1.513.346        | 2.009.692        | 2.504.315        | 2.999.471        | 3.496.838        |
| Aportes de Capital        | 16.700        | 321.237        | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |
| Ventas                    | 0             | 0              | 293.113        | 832.852        | 809.753          | 796.465          | 789.966          | 788.272          | 790.059          | 794.437          | 800.792          |
| Créditos No renovables    | 0             | 368.441        | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |
| Vta. Bs. De Uso           | 0             | 0              | 0              | 0              | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 61.051           |
| <b>Total Fuentes</b>      | <b>16.700</b> | <b>689.678</b> | <b>355.647</b> | <b>962.487</b> | <b>1.459.009</b> | <b>1.891.834</b> | <b>2.303.313</b> | <b>2.797.963</b> | <b>3.294.374</b> | <b>3.793.908</b> | <b>4.358.681</b> |
| Usos                      | 2012          | 2013           | 2014           | 2015           | 2016             | 2017             | 2018             | 2019             | 2020             | 2021             | 2022             |
| Inversión Activo Fijo     | 16.700        | 600.669        | 61.528         | 0              | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |
| Delta Activo de Trabajo   | 0             | 0              | 7.328          | 13.493         | -577             | -332             | -162             | -42              | 45               | 109              | 159              |
| Costo total de lo vendido | 0             | 23.418         | 150.279        | 288.819        | 281.142          | 274.652          | 270.753          | 271.339          | 272.447          | 273.942          | 275.733          |
| Impuesto Pagados          | 0             | 0              | 0              | 0              | 67.880           | 84.447           | 84.065           | 83.386           | 83.446           | 84.054           | 85.081           |
| Cancelación de Deuda      | 0             | 65.591         | 69.411         | 73.453         | 77.730           | 82.256           | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Total Usos</b>         | <b>16.700</b> | <b>689.678</b> | <b>288.547</b> | <b>375.766</b> | <b>426.174</b>   | <b>441.023</b>   | <b>354.655</b>   | <b>354.683</b>   | <b>355.937</b>   | <b>358.105</b>   | <b>360.973</b>   |
|                           | 2012          | 2013           | 2014           | 2015           | 2016             | 2017             | 2018             | 2019             | 2020             | 2021             | 2022             |
| Fuentes-usos              | 0             | 0              | 67.101         | 586.721        | 1.032.834        | 1.450.812        | 1.948.657        | 2.443.280        | 2.938.437        | 3.435.803        | 3.997.708        |
| Amortizaciones            | 0             | 62.535         | 62.535         | 62.535         | 62.535           | 62.535           | 61.035           | 61.035           | 61.035           | 61.035           | 61.035           |
| Saldo Acumulado           | 0             | 62.535         | 129.635        | 649.256        | 1.095.369        | 1.513.346        | 2.009.692        | 2.504.315        | 2.999.471        | 3.496.838        | 4.058.743        |
| Saldo del ejercicio       | 0             | 62.535         | 67.101         | 519.621        | 446.113          | 417.977          | 496.346          | 494.623          | 495.157          | 497.366          | 561.905          |

Tabla 35: Cuadro de fuentes y usos.

Como se esta estudiando la factibilidad del proyecto, no se establece la política de repartición de dividendo.

### Flujo de fondos del proyecto

Del cuadro de Fuentes y usos se obtiene el flujo de fondos del proyecto que permite medir la rentabilidad del proyecto sin considerar el financiamiento.

| Egresos                   | 2012    | 2013     | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|---------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Inversión en Activo Fijo  | 16.700  | 600.669  | 61.528  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | -61.051 |
| Delta Activo de Trabajo   | 0       | 0        | 7.328   | 13.493  | -577    | -332    | -162    | -42     | 45      | 109     | 159     |
| Impuesto pagados          | 0       | 0        | 0       | 0       | 67.880  | 84.447  | 84.065  | 83.386  | 83.446  | 84.054  | 85.081  |
| Total Egresos             | 16.700  | 600.669  | 68.856  | 13.493  | 67.303  | 84.115  | 83.903  | 83.344  | 83.490  | 84.164  | 24.188  |
|                           |         |          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Ingresos                  |         | 2.012    | 2.013   | 2.014   | 2.015   | 2.016   | 2.017   | 2.018   | 2.019   | 2.020   | 2.021   |
| Utilidad antes Imp e Int. | 0       | -85.952  | 80.298  | 481.497 | 466.076 | 459.279 | 458.179 | 455.897 | 456.578 | 459.461 | 464.024 |
| Amortizaciones            | 0       | 62.535   | 62.535  | 62.535  | 62.535  | 62.535  | 61.035  | 61.035  | 61.035  | 61.035  | 61.035  |
| Total Ingresos            | 0       | -23.418  | 142.833 | 544.032 | 528.611 | 521.813 | 519.214 | 516.932 | 517.612 | 520.495 | 525.059 |
|                           |         |          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Flujo Netos               | -16.700 | -636.943 | 77.154  | 566.052 | 503.508 | 489.682 | 499.186 | 509.641 | 523.025 | 538.830 | 633.992 |

Tabla 36: Flujo de fondos del proyecto.

Las amortizaciones se suman como ingreso, a fin de eliminar estas de la utilidad pero considerado su aspecto impositivo.

### Flujo de fondos del inversor

Este flujo de fondos, a diferencia del anterior, considera que el inversor financia parte de sus inversiones con el préstamo del BROU. Así, el capital propio que invertirá en el proyecto será menor al considerado al armar el flujo de fondos del proyecto. Este flujo de fondos permite medir la rentabilidad del capital propio la cual dependerá del proyecto en sí mismo y del monto y costo de la financiación.

| Egresos                 | 2012    | 2013     | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|-------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Aportes de Capital      | 16.700  | 321.237  | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Total Egresos           |         | 16.700   | 321.237 | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
|                         |         |          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Ingresos                | 2012    | 2013     | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
| Saldo de Fuentes y Usos | 0       | 62.535   | 67.101  | 519.621 | 446.113 | 417.977 | 496.346 | 494.623 | 495.157 | 497.366 | 561.905 |
| Total Ingresos          | 0       | 62.535   | 67.101  | 519.621 | 446.113 | 417.977 | 496.346 | 494.623 | 495.157 | 497.366 | 562.905 |
|                         |         |          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Flujo Netos             | -16.700 | -264.032 | 69.983  | 554.403 | 486.923 | 467.618 | 569.177 | 581.381 | 596.559 | 614.202 | 711.249 |

Tabla 37: Flujo de fondos del inversor.

### **4.3 - Criterios de evaluación de proyectos**

#### **Valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR) del proyecto**

Al utilizar tasas nominales, los flujos deben ser nominales, es por ello que todo el estudio en una primera instancia se determinaron todos los costos a valores constantes y posteriormente, se afectaron los costos y los gastos por inflación.

En conclusión, se actualizan los flujos de fondos del proyecto según el WACC para cada periodo.

El WACC se calcula a partir del costo de capital propio de 7,31% y el costo de la deuda de 5,74%, actualizando por cada periodo la estructura de la inversión en función de la deuda sobre el capital propio.

| Calculo del WACC     | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022   |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Ds Bancarias/PN      | 56,98%  | 51,60%  | 44,27%  | 34,21%  | 20,16%  | -       | -       | -       | -       | -       | -      |
| Deudas que paga int. | 368.441 | 302.849 | 233.439 | 159.986 | 82.256  | -       | -       | -       | -       | -       | -      |
| Inversión            | 646.569 | 586.944 | 527.319 | 467.694 | 408.069 | 348.444 | 290.319 | 232.194 | 174.069 | 115.943 | 57.818 |
| WACC                 | 6,41%   | 6,50%   | 6,61%   | 6,77%   | 6,99%   | 7,31%   | 7,31%   | 7,31%   | 7,31%   | 7,31%   | 7,31%  |

Tabla 38: WACC - Costo de capital ajustado.

A partir del WACC se actualiza el flujo de fondos para calcular el VAN y la TIR.

| Proyecto             | 2012     | 2013    | 2014    | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    |
|----------------------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Flujo de Fondos      | -16,70   | -636,94 | 77,15   | 566,05 | 503,51 | 489,68 | 499,19 | 509,64  | 523,03  | 538,83  | 633,99  |
| Valor Actual         | -16,70   | -598,08 | 67,95   | 466,93 | 388,20 | 351,83 | 334,24 | 318,01  | 304,14  | 292,00  | 320,17  |
| Evolución del VAN    | -16,70   | -614,78 | -546,82 | -79,90 | 308,30 | 660,14 | 994,38 | 1312,39 | 1616,53 | 1908,52 | 2228,70 |
| V.A.N (del Proyecto) | 2.228,70 |         |         |        |        |        |        |         |         |         |         |
| T.I.R                | 54,16%   |         |         |        |        |        |        |         |         |         |         |

Tabla 39: Flujo de fondos del proyecto (miles de dólares).

El proyecto tiene un VAN positivo **2,2 millones de dólares** por sobre lo exigido. Por otra parte, su TIR es del **54%**, mayor a la tasa del costo del capital o WACC. Bajo estas evaluaciones, el proyecto se aprobaría.

El periodo de repago del proyecto es de 3 años. A partir del 2016 ya se habría pagado la inversión inicial.

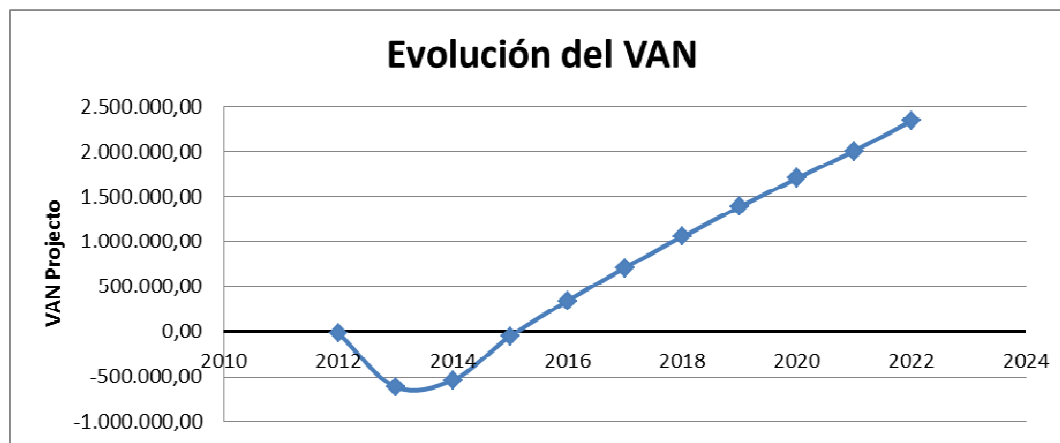


Figura 27: Evolución del VAN.

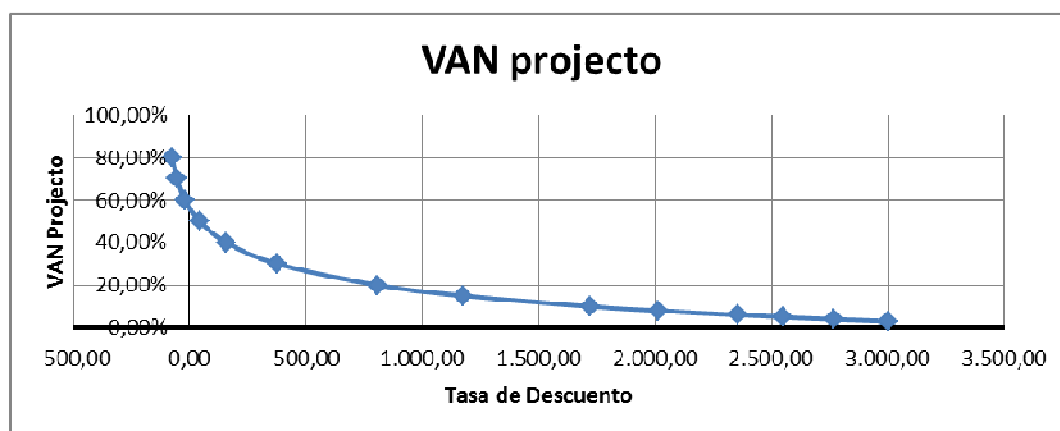


Figura 28: Sensibilidad del VAN a la tasa de descuento (miles).

### Rentabilidad del capital propio (TOR)

Para poder determinar el valor del proyecto para el inversor se obtiene del flujo de fondos del inversor.

El TOR es la tasa de rentabilidad del capital del inversor.

| Inversor                     | 2012            | 2013    | 2014    | 2015   | 2016   | 2017   | 2018     | 2019     | 2020     | 2021     | 2022     |
|------------------------------|-----------------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Flujo de Fondos del Inversor | -16,70          | -264,03 | 69,98   | 554,40 | 486,92 | 467,62 | 569,18   | 581,38   | 596,56   | 614,20   | 711,25   |
| Valor Actual                 | -16,70          | -247,92 | 61,64   | 457,32 | 375,41 | 335,98 | 381,11   | 362,77   | 346,90   | 332,84   | 359,19   |
| Evolución del VAN            | -16,70          | -264,62 | -202,98 | 254,34 | 629,75 | 965,73 | 1.346,84 | 1.709,61 | 2.056,51 | 2.389,35 | 2.748,54 |
| <b>V.A.N (del Inversor)</b>  | <b>2.389,35</b> |         |         |        |        |        |          |          |          |          |          |
| <b>T.O.R</b>                 | <b>100,04%</b>  |         |         |        |        |        |          |          |          |          |          |

Tabla 40: Flujo de fondos del inversor.

El VAN del inversor es de **2,4 millones de dólares**, con una tasa de retorno de **100%**. La diferencia con los valores del proyecto es consecuencia del apalancamiento de la deuda. El efecto palanca (TOR/TIR) da 1,84, generando valor el hecho de tomar financiación.

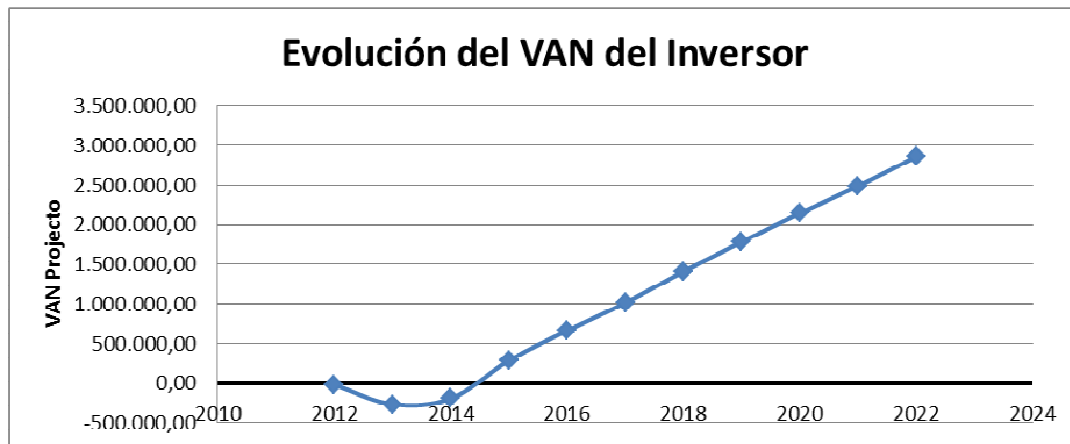


Figura 29: Evolución del VAN del inversor.

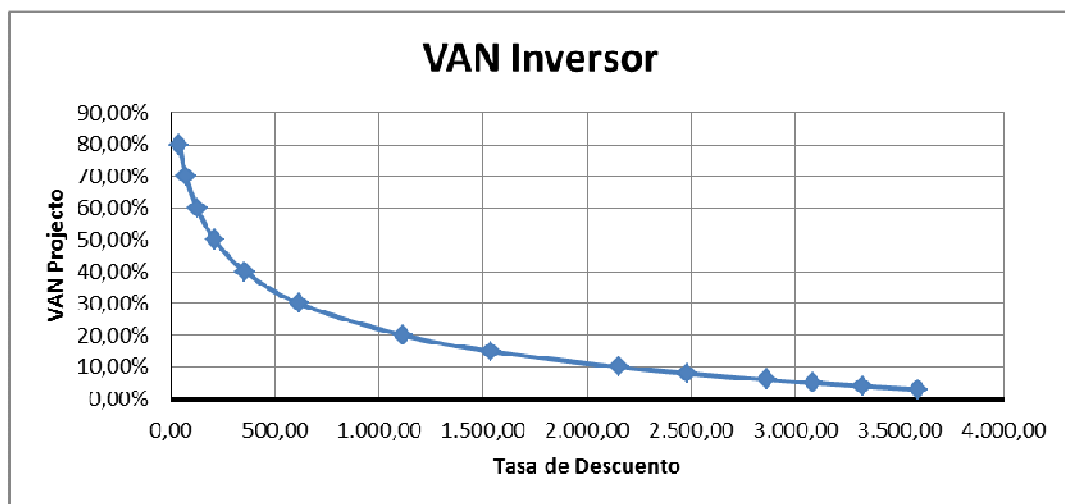


Figura 30: Sensibilidad del VAN del inversor a la tasa de descuento (miles).

## **CAPITULO 5 - RIESGOS**

### **5.1 - Introducción**

El riesgo es sinónimo de variabilidad, volatilidad o dispersión de un resultado esperado. Este riesgo existe y es una característica inherente al “hacer”.

Por esta razón, se realizará un análisis del riesgo asociado a este Proyecto de Inversión para poder lograr un correcto manejo del mismo, agregando valor al Proyecto, dado que uno intentará reducir la variabilidad de los resultados esperados.

El objetivo de este análisis será analizar dichas variables de riesgos, para luego realizar una simulación que nos permita conocer la distribución de retornos del Proyecto asociado a la distribución de probabilidades de cada una de las variables claves.

Este análisis nos permitirá identificar las acciones de manejo de riesgo a seguir para poder incrementar el valor del Proyecto.

Es de destacar que uno de los objetivos del proyecto es eliminar los riesgos de sequía.

### **5.2 - Identificación de riesgos**

Desde el punto de vista del productor agropecuario y la toma de decisiones, el riesgo y la incertidumbre son inevitables, más aún cuando la actividad agrícola tiene la particularidad de verse afectada por factores totalmente externos a la producción. Estos factores se pueden agrupar en riesgos de producción, de mercado, institucionales y de transporte.

#### **Riesgos de producción**

La actividad Agrícola tiene una alta variabilidad en los rendimientos de producción debido a factores climáticos o biológicos.

### **Riesgos climáticos:**

El clima es un insumo en la actividad agrícola. La lluvia y sol en conjunto con la tierra es lo que permiten a los cultivos crecer. Dado que los cultivos se encuentran a la intemperie, el clima también puede generar daños a los cultivos. Sus inclemencias puede destruir toda la producción. A continuación se describen los principales factores climáticos que pueden representar un riesgo a la producción:

- Exceso de precipitación instantánea. Una precipitación excesiva en un corto período de tiempo puede destruir o dañar los cultivos y llevar a la erosión del terreno. La pendiente natural del establecimiento de Agroguay hace de este un riesgo importante. Existen dos maneras de mitigar parcialmente este riesgo: (i) construir nivelaciones en el terreno a fin de frenar en lo posible las correntadas de agua que se generen; y (ii) sembrar en líneas contrarias a la pendiente a fin de que las mismas hileras del cultivo frenen las correntadas.
- Inundación. Una inundación es la acumulación indeseada de agua. Está es un riesgo que Agroguay no considera ya que todo el campo drena al Río de la Plata muy eficientemente, y no hay lugares donde se pueda acumular el agua por tiempo suficiente como para ocasionar daños duraderos.
- Sequía esporádica. Este es un factor que ocurre normalmente en los meses de verano en los que si las lluvias son escasas, no compensan la evapotranspiración de la temporada, generando escasez de humedad a los cultivos. Por medio de riego se eliminaría por completo este riesgo.
- Sequía persistente (varios años). Un sequía persistente no es muy común, pero en el caso de que ocurra puede ser extremadamente dañino para el sector agrícola ya que todo el proceso productivo requiere una alta inversión. Si la sequia es total hay pérdidas totales si se sembró. Si la sequia es grave hay limitaciones en el rinde. Varios años seguidos de esto puede ser un factor crítico que podría llevar a la quiebra. Mediante el riego se estaría cubriendo este riesgo. En estos eventuales casos, como por lo general son regionales (incluyendo Argentina, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil), se podría esperar en una reducción de la producción mundial dada la importancia del área que podría estar afectada. Esta menor oferta se traduciría en un incremento del precio de venta de los commodities, lo que haría extremadamente rentable utilizar el riego.
- Granizo. El granizo es un evento climático que quiebra las plantas, daña las hojas y estropea los granos. Este evento en general es muy localizado, por lo que es extremadamente raro sufrir de granizo en toda la superficie cultivada. Este riesgo se puede cubrir mediante la contratación de un seguro. Este es un evento que puede

predecirse que ocurrirá en el periodo bajo análisis. La incertidumbre esta dada en cuanto a la magnitud del mismo.

- Incendio. El riesgo a incendio no es un riesgo común en la zona de Colonia. Con siembra directa este riesgo es muy alto en veranos secos por la acumulación de broza (residuos orgánicos). El riego, al mantener la humedad disminuye este riesgo. Un incendio destruiría por completo el cultivo, especialmente en el caso de que éste se encuentre en la etapa de cosecha. Para este riesgo se pueden contratar seguros, pero debido a su baja frecuencia en la zona no se considera un riesgo crítico.
- Heladas. Las heladas queman los cultivos provocando muerte o defoliación parcial. El establecimiento se encuentra lindero al Rio de la Plata, por lo que tiene un clima marítimo. Esta característica se traduce en una muy baja probabilidad de sufrir heladas considerables fuera de época. En invierno siempre hay heladas. Pero las heladas que hacen daño son las que caen fuera de época. Las heladas tardías que mas daño generan son las que ocurren en inviernos secos y largos. El riego al mantener la humedad limita en ciertos casos los daños de dichas heladas tardías.
- Viento. El viento puede tumbar y hasta quebrar los cultivos. Este riesgo se puede cubrir con la contratación de un seguro.

Los riesgos climáticos son eventos de muy difícil predicción. La única manera de mitigarlos es mediante el riego en el caso de sequías, trabajos en el terreno en el caso de precipitaciones excesivas y por medio de la aseguración por terceros en el caso de granizo, heladas, vientos o incendios.

### **Riesgos biológicos:**

Entre los factores limitantes de la agricultura figuran los insectos, los hongos, las enfermedades, las malezas, los roedores y los pájaros. Estos pueden competir o directamente atacar al cultivo. No es sólo que insectos, enfermedades o malezas actúen como factor limitante de la producción agrícola, sino también que su inesperado desarrollo masivo en forma de plaga puede, en poco tiempo, destruir cultivos o cosechas completas.

La FAO estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial causadas por diferentes plagas fluctúan entre 20% y 40%, y que por lo menos 10% de las cosechas es destruido por roedores e insectos en sus lugares de almacenamiento. Su magnitud varía de región a región, de año en año, y según el tipo de cultivo y el tipo de plaga.

Para combatir las plagas, la agricultura tradicional ha aplicado diversas prácticas: rotación de cultivos, combinaciones de cultivos, desarrollo de variedades más resistentes, uso de plaguicidas naturales. La principal mitigación de este riesgo es una buena gestión. Se debe responder rápidamente por medio de insecticidas, fertilizantes, funguicidas y plaguicidas, para combatir los riesgos biológicos. No siempre se podrán controlar, pero es parte de la actividad convivir con estos riesgos y eliminar los que sean posibles.

### Riesgos de mercado

El riesgo de mercado es principalmente el riesgo que representa la alta volatilidad de los precios de los commodities agrícolas. En Uruguay, al ser un mercado libre, los efectos sobre los precios son afectados por las dinámicas de los mercados globales. Los precios de los insumos no siempre acompañan al precio de producción, por lo que se puede sufrir una reducción del precio del grano y un incremento de los costos al mismo tiempo. Este tipo de riesgos se pueden mitigar parcialmente por medio de contratos futuros de venta de granos con las cerealeras o por medio de un manejo inteligente del grano producido, guardándolo en las silo-bolsas y vender la producción por etapas. También se pueden tomar coberturas de tipo call o put. La utilización de estos instrumentos es totalmente libre en Uruguay.

Dado que el proyecto de riego depende del consumo eléctrico para su operación, un aumento en costos de energía se verá reflejado en un aumento del costo de operación y una reducción de la rentabilidad. Este es un riesgo que se podría eventualmente reducir si se comprase un grupo electrógeno pero entonces se pasaría tener un riesgo frente al precio del combustible.

El costo de capital es de importancia porque sabemos que cuando logramos disminuir el mismo tendremos como consecuencia un aumento del VAN, disminuyendo así la probabilidad de que el VAN sea menor a 0. Una variación del costo de capital por ende podría variar la valuación del proyecto.

Dado que el proyecto se realizara en dólares, el índice de inflación del dólar ajusta los flujos de fondos futuros. Actualmente se ha comenzado a considerar que el índice CPI (inflación del dólar) está subestimado. El CPI actual no considera el precio de la comida ni de la energía, dos rubros que han subido considerablemente. Se espera además que con la emisión de moneda que se ha realizado en los últimos años se

incremente este índice.<sup>48</sup> Este es un riesgo que no afectaría demasiado la actividad dado a que tanto los gastos como los ingresos son en dólares por los que ambos se ajustarían en valores similares. Un incremento de la inflación del dólar incluso aumentaría el beneficio de realizar el proyecto ya que la inversión en relación con los beneficios futuros será menor de lo esperada. Un incremento de la inflación también liquidaría en cierta medida el préstamo.

### Riesgo institucional

El riesgo institucional es el riesgo relacionado a posibles cambios en las regulaciones gubernamentales, desde el valor de los impuestos al control de uso de agroquímicos. Estos cambios pueden afectar de manera negativa al rendimiento marginal de producción.

El sector agrícola en Uruguay tiene un impuesto a la renta del 25%, está exento de IVA y no tiene retenciones a su exportación. Dada la altísima rentabilidad del sector agrícola de los últimos años es de esperarse que la estructura tributaria uruguaya para este sector cambie. Se debería esperar a que se incremente el impuesto a la renta a un 35% y se introduzca un impuesto de retención a la exportación.

### Riesgo de países vecinos

La Republica Oriental del Uruguay es un país muy dependiente (por turismo e inversiones) de la situación económica y política de sus vecinos (Argentina y Brasil).

No se advierten riesgos inmediatos en el Brasil, un país que ha tenido estabilidad económica, política e institucional en los últimos treinta años.

Otra es la situación de la Argentina. Un país de políticas cambiantes con uno de los riesgos país mas altos del mundo. Últimamente Uruguay ha sido negativamente afectado por varias medidas adoptadas por su vecino:

- a) Boicot al dragado del Canal Martin García. Ello afecta la carga de buques en el puerto de Nueva Palmira. El gobierno uruguayo ha decidido reducir este problema con la construcción de un puerto cerealero de aguas profundas en las cercanías de La

---

<sup>48</sup> Fuente: Elizabeth Spiers, CNN Money.

[http://money.cnn.com/2008/03/31/magazines/fortune/spiers\\_cpi.fortune/?postversion=2008040305](http://money.cnn.com/2008/03/31/magazines/fortune/spiers_cpi.fortune/?postversion=2008040305)

Paloma. Para Agroguay ello significa un perjuicio concreto por el incremento que se originaria en fletes. Nueva Palmira se encuentra a 40 km y La Paloma a 450 km.

b) Boicot al turismo argentino al Uruguay. Ello se ha venido realizando a través del conocido “cepo cambiario” que limita la posibilidad de adquirir divisas, así como los controles impositivos. Ello hace probable que se limite el gasto e inversión de argentinos en el Uruguay afectando su balanza de pagos.

c) Presiones de la Argentina al Mercosur para limitar en lo posible la importación de insumos extrazona. Ello perjudica al Uruguay pues al ser una economía pequeña sin base industrial, las limitaciones a las importaciones extrazona incrementan los costos de producción así como la calidad de los insumos.

## **5.3 - Simulación**

### **Distribuciones de probabilidad**

A continuación se identificará la distribución de probabilidad asociada a cada variable del modelo económico financiero que se utilizó para realizar esta simulación.

#### **1) Rendimiento de producción:**

El rendimiento de la producción se puede ver afectado por un conjunto de factores muy amplios. Para poder asignarle una distribución de probabilidad realista a una variable tan difícil de predecir se decidió utilizar una distribución triangular con media 100%, mínimo 50% y máximo 120%. Este porcentaje representa el rendimiento que se obtiene con respecto al rendimiento esperado.

Gracias al sistema de riego que el proyecto busca implementar y a la contratación de seguros Agroguay no corre riesgos de sequía, granizo, heladas ni incendios. Pero todavía puede sufrir ataques de plagas, insolación extrema y exceso de lluvias. Es extremadamente raro que un evento de este estilo elimine toda la producción. Este tipo de eventos a lo sumo pueden reducir como máximo un 50% la producción.

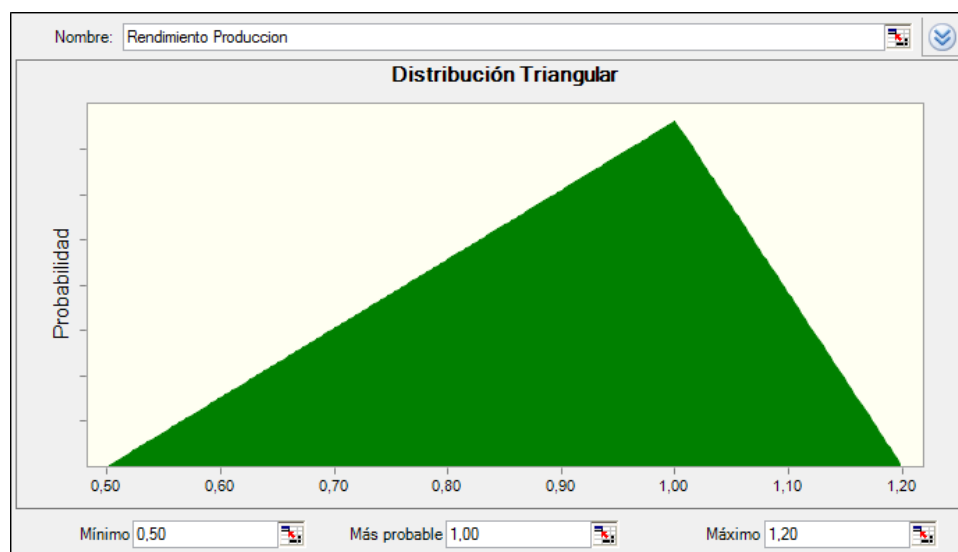


Figura 31: Distribución del rendimiento de producción.

## 2) Milímetros de precipitación.

Una variación de los milímetros de precipitación de los esperados cambiará los milímetros de agua a regar incrementando o disminuyendo los costos operacionales por el uso del riego. Según los datos de las lluvias de la zona de Colonia la lluvia anual tiene una media de 1014 mm con un desvío estándar de 266 mm. La distribución de lluvias se estimó en una distribución normal.

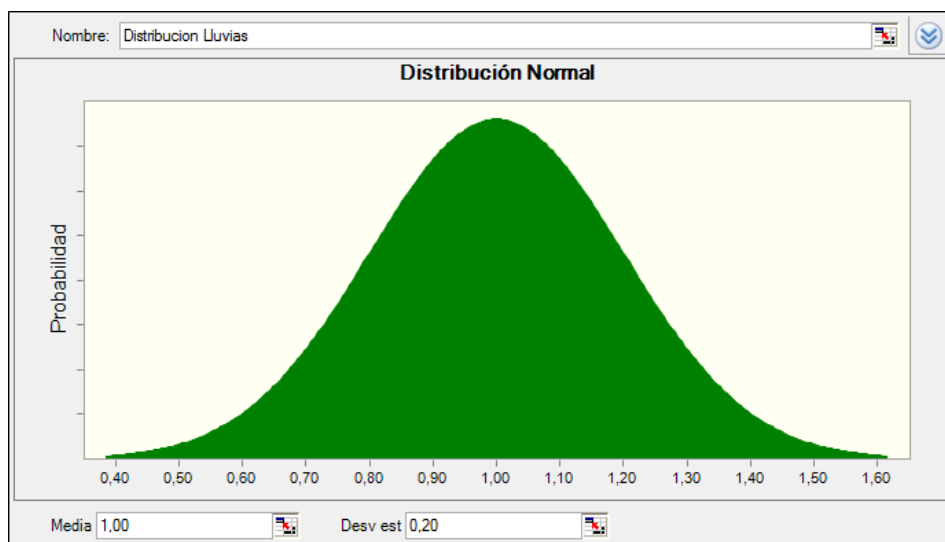


Figura 32: Distribución de lluvias.

## 3) Precio de venta:

El precio de venta de los commodities se proyectó utilizando la metodología de Mean Reversion para commodities. Para simular estos precios se supuso que los mismos variarán con una distribución normal con media y desvío igual a los valores esperados obtenidos de las Mean Reversion<sup>49</sup> en ese período. La variabilidad de estos precios se definió como una función entre 0 y 1 con distribución uniforme que representa la cuanto varía el precio con respecto a la media en cuestión.

---

<sup>49</sup> Ver anexos 2, 3 y 4.

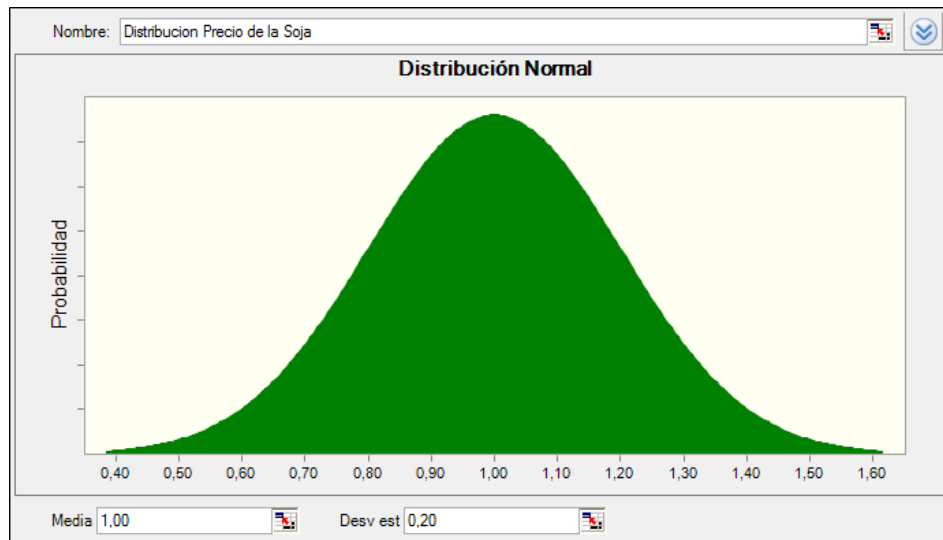


Figura 33: Distribución del precio de la soja.

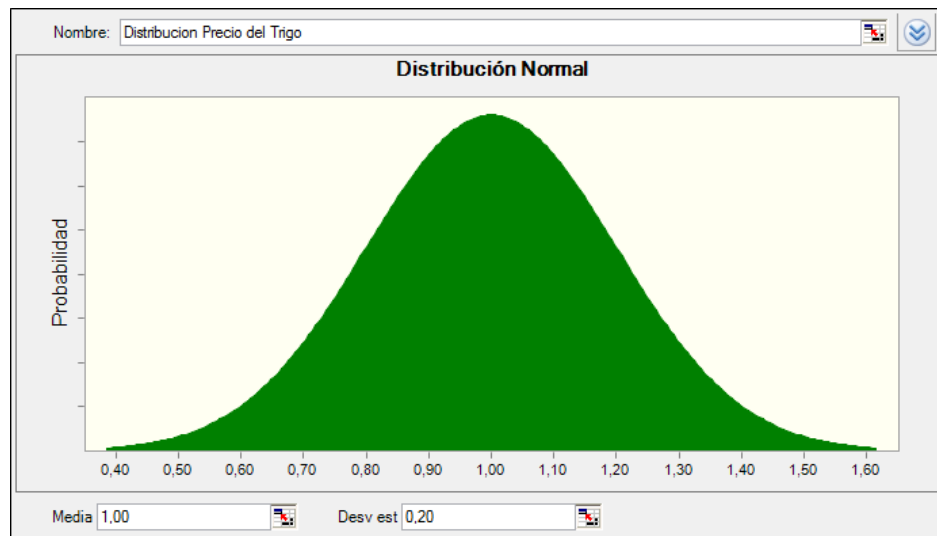


Figura 34: Distribución del precio del trigo.

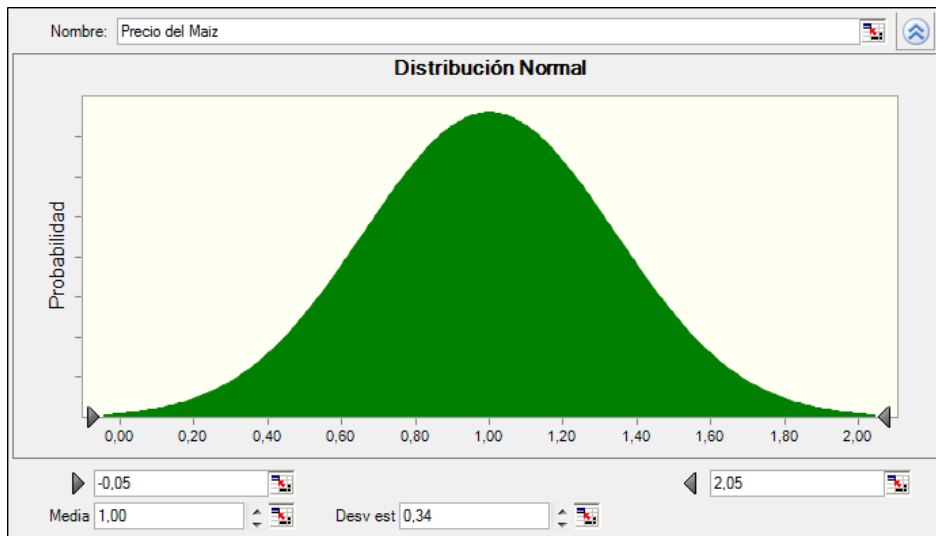


Figura 35: Distribución del precio del maíz.

#### 4) Costos de producción:

Para los costos de producción se utilizó una distribución de probabilidad triangular suponiendo que el valor esperado de los costos de producción podría variar entre un máximo y mínimo, y esta variación podría tener consecuencias para el proyecto. Se asume que estos costos podrán variar tanto para arriba como para abajo en un 20%. Como en el proyecto analizado se estiman los costos incrementales de producción (costos de comercialización, flete, cosecha, y cosecha), se determinaron estos valores aproximados para poder simular en el proyecto la reducción que se espera que tengan los costos de servicios de producción medida que la tecnología evoluciona.

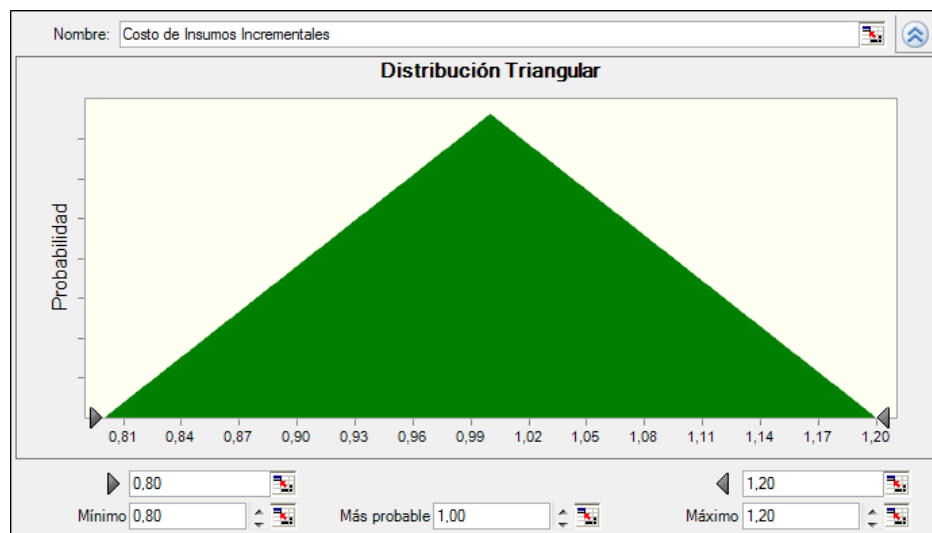


Figura 36: Distribución de costos de producción.

### 5) Institucionales: IRAE + Retenciones:

La baja carga impositiva en Uruguay al sector agropecuario hace muy probable el incremento de los impuestos. Para poder simular esta variable se decidió utilizar una distribución uniforme para el impuesto a la renta de 25% a 40% y una distribución uniforme a un nuevo impuesto de retenciones de 0% a 40%, que afectaría directamente sobre el precio de venta de lo producido. El impuesto a la renta no se tiene certeza que se incremente, pero una introducción de retenciones es muy probable.

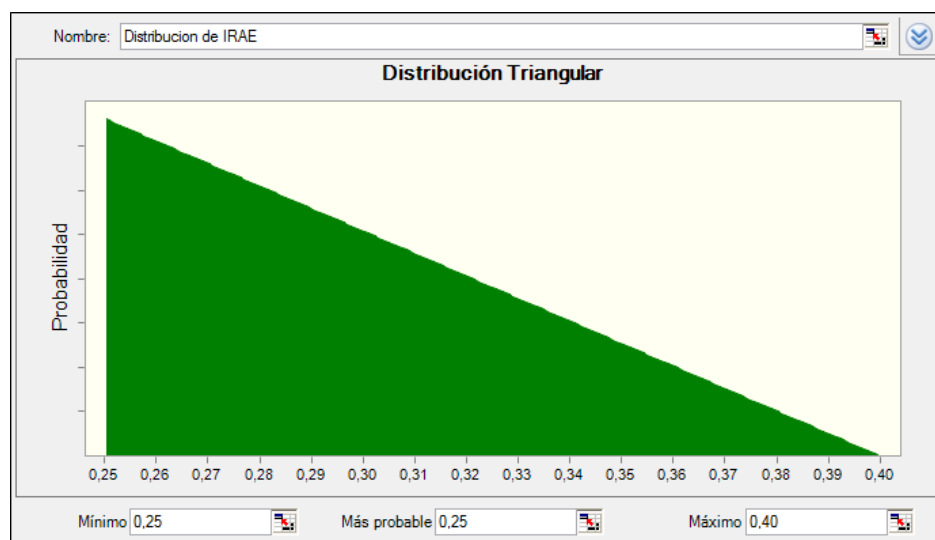


Figura 37: Distribución del IRAE.

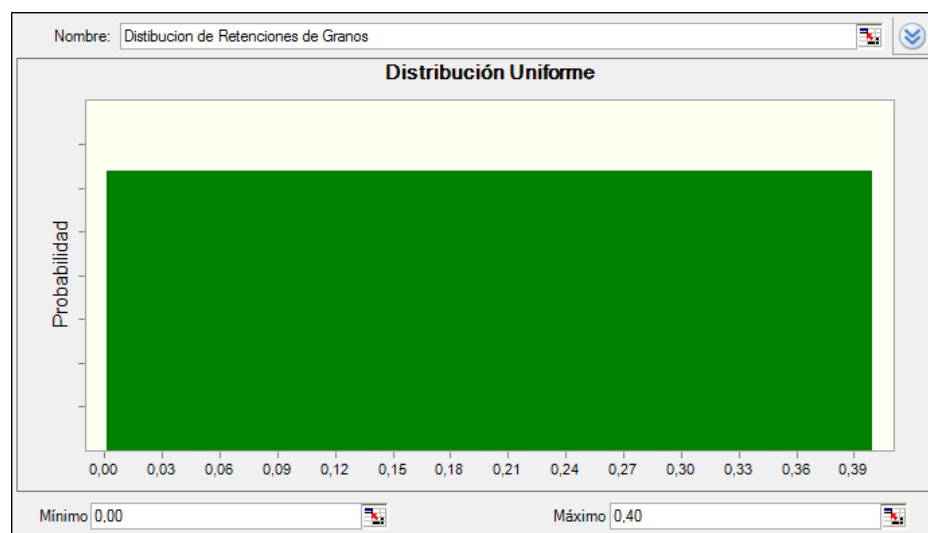


Figura 38: Distribución de retenciones.

#### 6) Costo de capital:

El costo de capital es utilizado para, a partir del flujo de fondos, calcular el valor actual neto del proyecto. Una variación de esta variable modificaría valuación del proyecto. Para analizar esta variable se procedió a analizar sus componentes: el riesgo país, la tasa libre de riesgo, y la tasa promedio de retorno de mercado.

Para definir la distribución de probabilidad el riesgo país se utilizó la herramienta *Batch-Fit* de Crystal Ball. Se ingresaron 277 valores históricos y se obtuvo una distribución binomial negativa.

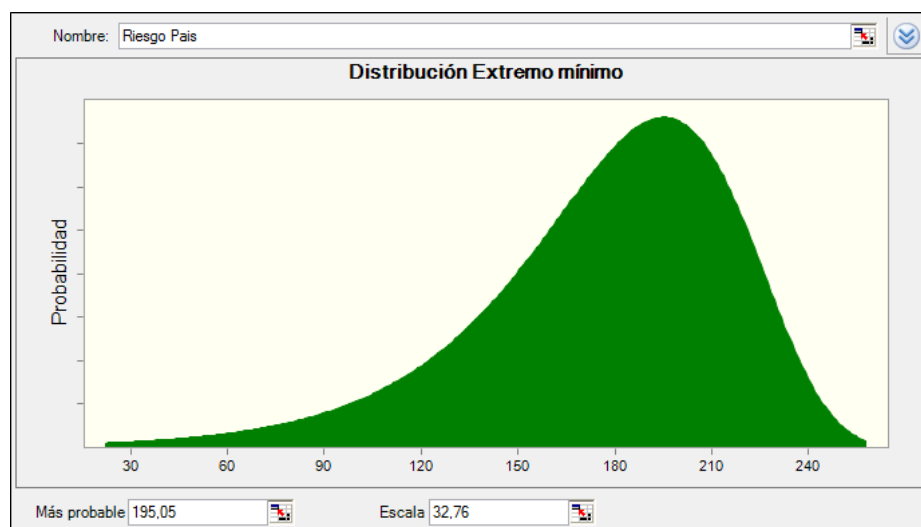


Figura 39: Distribución riesgo país.

La tasa libre de riesgo se asume que no variará de manera considerable con respecto a su media, pero debido a su incerteza estadística se le asignó una distribución triangular (con media igual al valor actual de los Tbonds a 10 años y un desvío que no supere los valores esperados de 3.5%-7.5%):

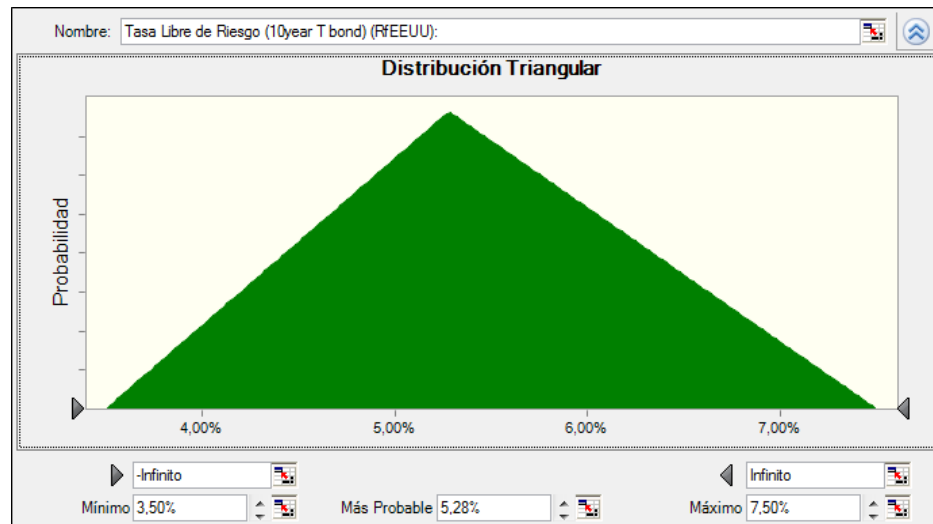


Figura 40: Distribución tasa libre de riesgo.

La tasa de retorno medio del mercado también se optó por utilizar una distribución triangular con media el valor actual, con poco espectro de variación esperado:

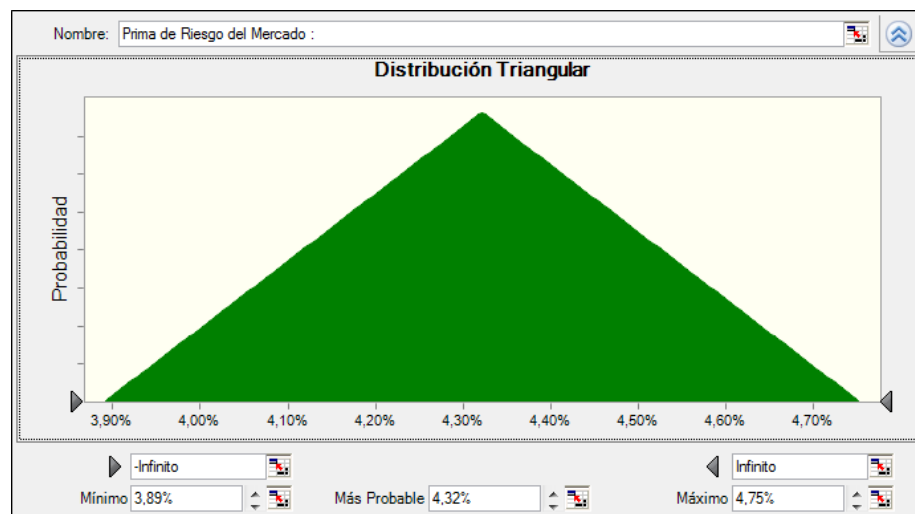


Figura 41: Distribución de prima de riesgo de mercado.

### 7) Tasa LIBOR:

Dado que parte del financiamiento del proyecto será por medio de un crédito a tasa variable, la cual varía en función de la tasa libor se decidió asignarle una distribución triangular a la tasa libor siguiendo los valores registrados de los últimos 10 años.

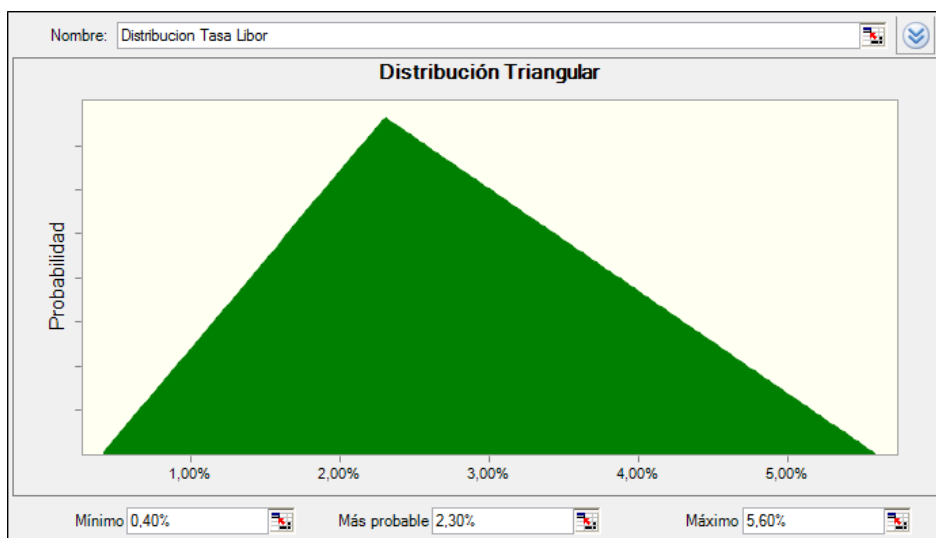


Figura 42: Distribución tasa LIBOR.

### 8) Inflación:

Dada la incerteza de la inflación futura del dólar se optó por tomar una postura conservadora asignándole una distribución de probabilidad triangular.

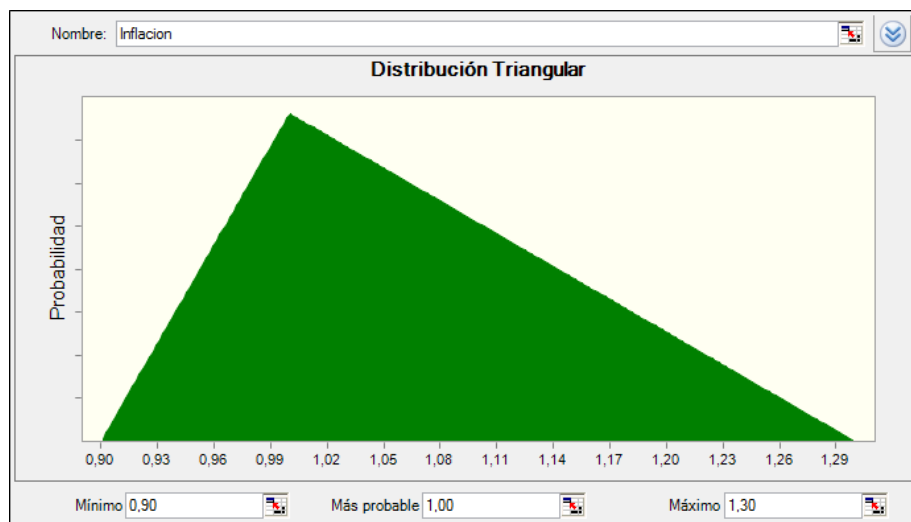


Figura 43: Distribución inflación.

## 5.4 - Análisis de sensibilidad

### Tornado chart:

Con el fin de determinar cuáles son las variables que afectan más al proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad con la herramienta *Tornado Chart* que nos provee el Crystal Ball. Esta herramienta realiza un análisis de sensibilidad de cada una de las variables de manera independiente y la lista según su orden de criticidad. El resultado fue el siguiente:

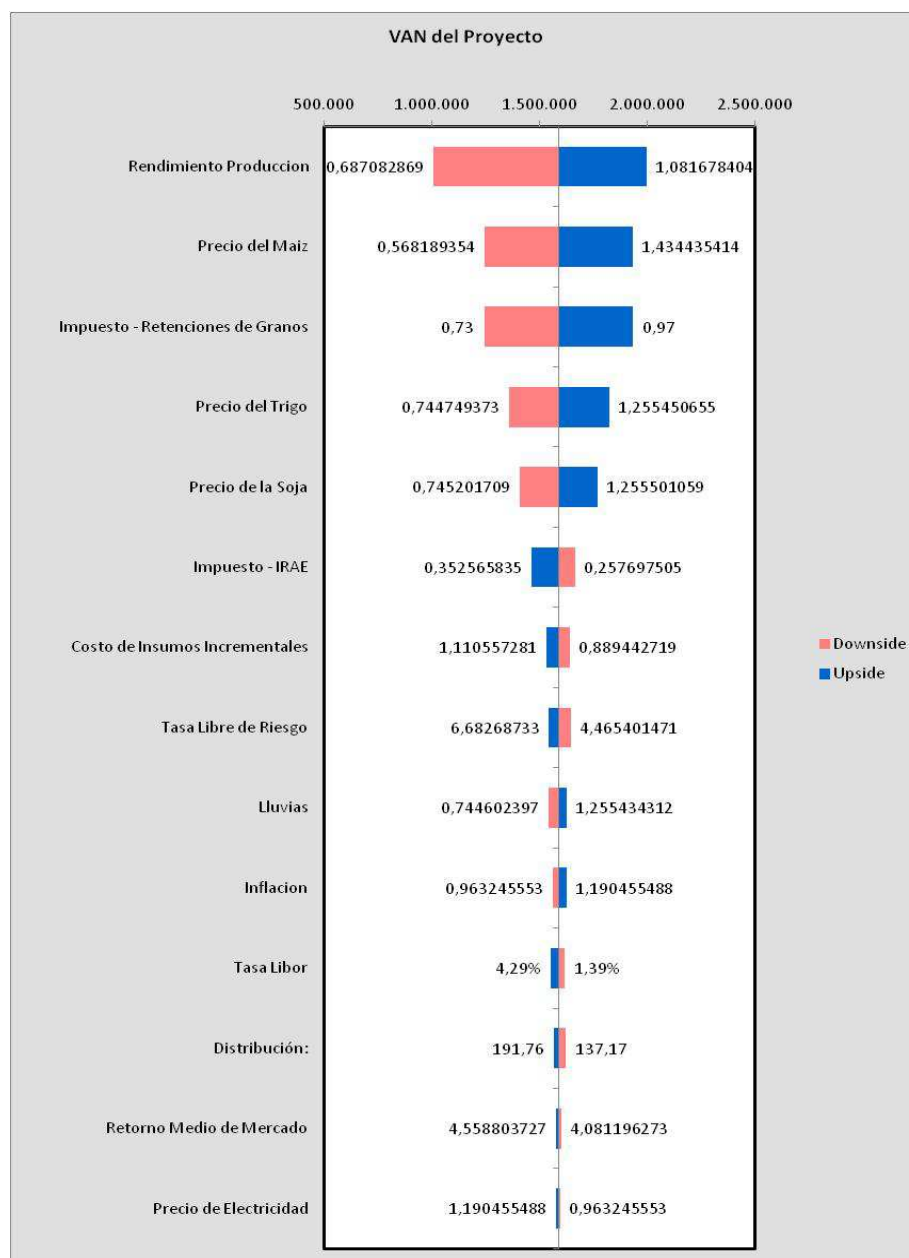


Figura 44: Tornado Chart - Análisis de sensibilidad de variables.

Del grafico del Tornado Chart se observa el orden de las variables que más afectan el VAN del proyecto:

- **El riesgo de una implementación de Retenciones**
- **Rendimiento de Producción**
- **Precios de los Granos**

Estas serán entonces las variables que uno deberá analizar con mayor profundidad para tratar de disminuir el riesgo.

En la tabla a continuación se describe el rango de variación del VAN del proyecto al variar la variable input en cuestión cierto rango (10 al 90%):

| Variable                         | VAN del Proyecto |           |         | Input |       |           |
|----------------------------------|------------------|-----------|---------|-------|-------|-----------|
|                                  | Max.             | Min.      | Rango   | Min.  | Max.  | Caso Base |
| Rendimiento Producción           | 1.006.098        | 1.999.516 | 993.419 | 0,687 | 1,082 | 0,918     |
| Precio del Maíz                  | 1.241.894        | 1.934.495 | 692.602 | 0,568 | 1,434 | 1,001     |
| Impuesto - Retenciones de Granos | 1.242.658        | 1.932.447 | 689.790 | 0,730 | 0,970 | 0,850     |
| Precio del Trigo                 | 1.356.406        | 1.824.537 | 468.131 | 0,745 | 1,255 | 1,000     |
| Precio de la Soja                | 1.405.684        | 1.770.326 | 364.643 | 0,745 | 1,256 | 1,000     |
| Impuesto - IRAE                  | 1.664.811        | 1.463.363 | 201.448 | 0,258 | 0,353 | 0,294     |
| Costo de Insumos Incrementales   | 1.643.207        | 1.532.523 | 110.684 | 0,889 | 1,111 | 1,000     |
| Tasa Libre de Riesgo             | 1.646.214        | 1.539.576 | 106.638 | 4,465 | 6,683 | 5,659     |
| Lluvias                          | 1.540.754        | 1.624.883 | 84.129  | 0,745 | 1,255 | 1,000     |
| Inflación                        | 1.561.023        | 1.628.117 | 67.094  | 0,963 | 1,190 | 1,055     |
| Tasa Libor                       | 1.615.812        | 1.552.306 | 63.506  | 1,39% | 4,29% | 2,67%     |
| Distribución:                    | 1.622.182        | 1.566.405 | 55.777  | 137,2 | 191,8 | 170,5     |
| Retorno Medio de Mercado         | 1.600.482        | 1.575.355 | 25.127  | 4,1   | 4,6   | 4,3       |
| Precio de Electricidad           | 1.594.986        | 1.577.362 | 17.624  | 1,0   | 1,2   | 1,1       |

Tabla 41: Sensibilidad del VAN a variables de riesgo.

## 5.5 - Simulación de Monte Carlo

Se correrío la simulación de Monte Carlo. Está permite conocer la distribución de retornos del proyecto asociado a la distribución de probabilidades de cada una de las variables claves. Permite identificar también las acciones de manejo de riesgo a seguir para incrementar el valor del proyecto.

### *Parámetros fijados para la simulación*

Cantidad de iteraciones: 50000

Método de muestreo: Monte Carlo

Cantidad de supuestos: 14

Cantidad de pronósticos: 4

### Resultados de la simulación

La simulación dio el siguiente resultado para el VAN:

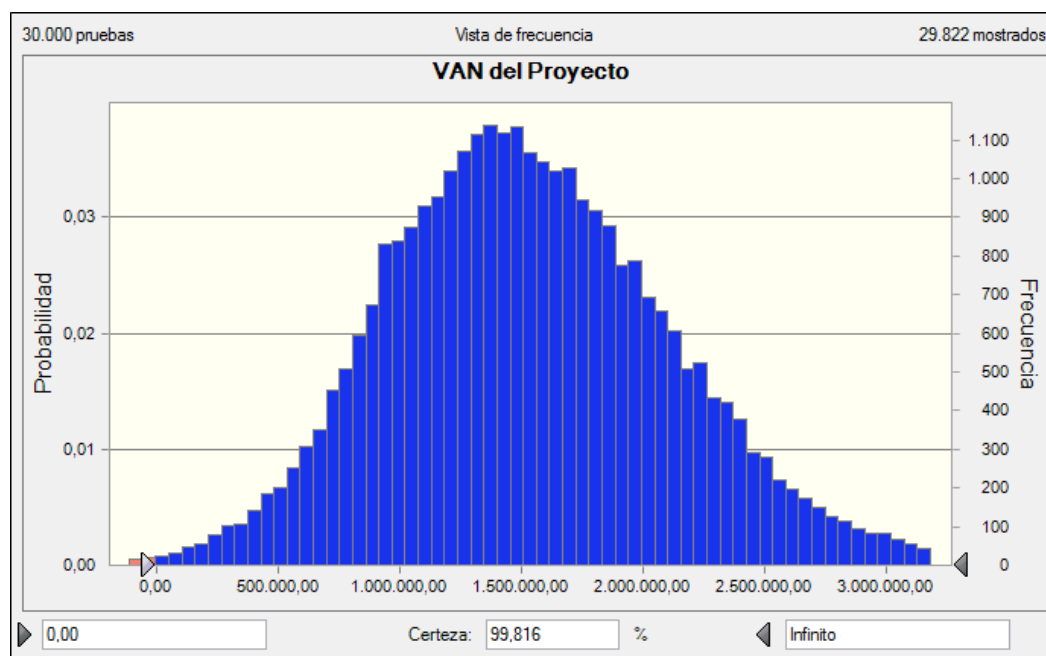


Figura 45: Simulación - VAN del proyecto.

Se puede observar del grafico que existe una probabilidad del 0,2% de que el VAN de resultados negativos.

La TIR de la simulación dio el siguiente resultado:

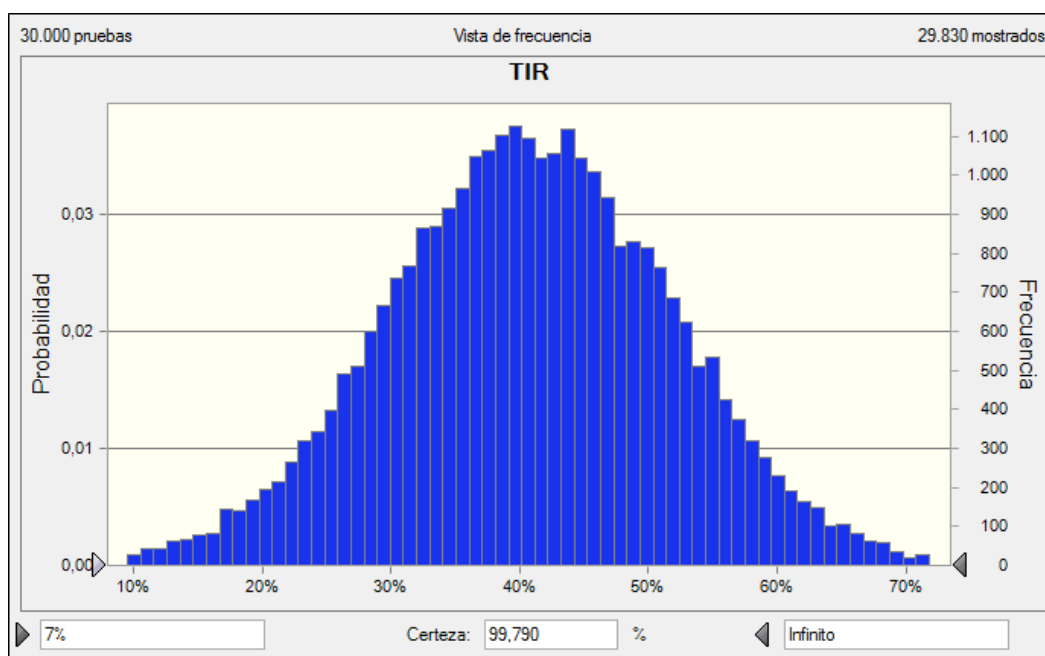


Figura 46: Simulación - TIR del proyecto.

Una forma de analizar que tan bueno es el proyecto es realizar la comparación entre la TIR y el WACC. Dado que la WACC ronda valores menores a 7% se estima que existe un 0,2% de posibilidad de que la tasa de retorno del proyecto sea menor que la tasa del costo de capital.

De los resultados expuestos se puede observar que existe casi la certeza de que el proyecto sea rentable.

Analizando con la perspectiva del inversor, la inversión es todavía más tentativa.

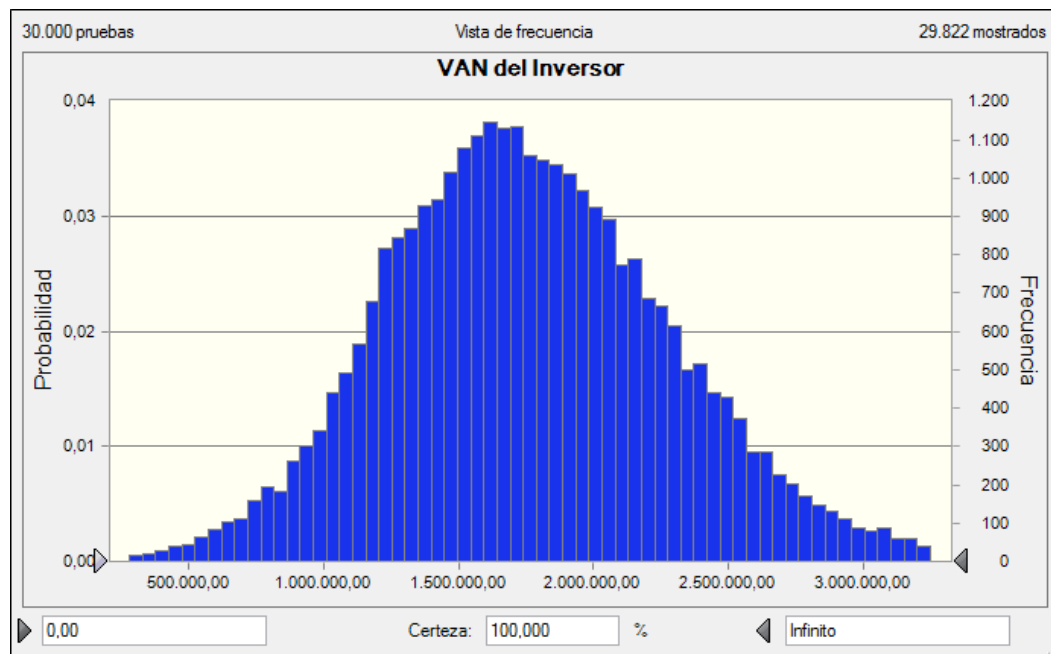


Figura 47: Simulación - VAN del inversor.

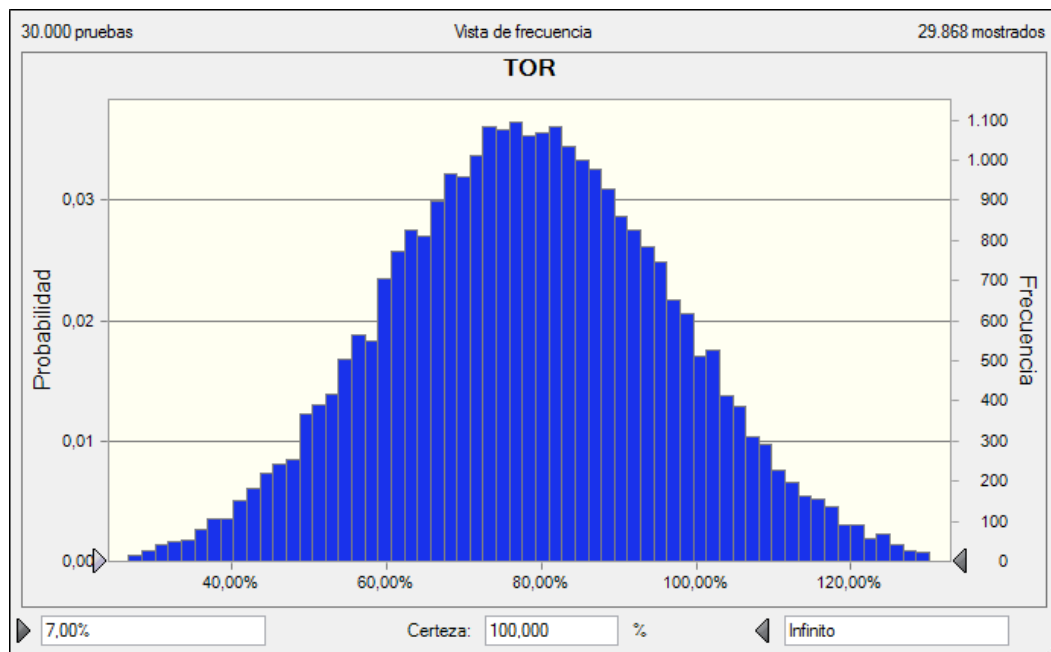


Figura 48: Simulación - TOR.

Se puede ver claramente que para el inversor existen incluso mayores posibilidades de tener un VAN positivo. No se podrá obtener mejor resultado invirtiendo en otro lado.

## **5.6 - Cobertura de riesgos**

Análisis de Mitigación de Variables más influyentes al riesgo del Proyecto: Habiendo realizado la simulación de Monte Carlo las variables más influyentes del proyecto resultaron ser: el riesgo de la producción, el precio de los granos y la modificaciones en los impuestos.

### **Riesgo de producción**

Los riesgos climáticos de la producción se pueden mitigar por medio de la contratación de seguros. Eventuales heladas, granizos o altos vientos pueden destruir todo un cultivo. Asegurar la cosecha es un método muy efectivo para riesgos independientes, pero a un determinado costo. Las prima para los eventos pocos comunes y de alto impacto suelen ser elevadas.

Los riesgos biológicos son parcialmente controlados mediante la identificación y el monitoreo constante de los cultivos por parte de especialistas y el uso de productos agroquímicos para su control y eliminación como herbicidas, insecticidas y funguicidas.

### **Riesgo de mercado**

Una forma de cubrirse del riesgo del precio de los granos es realizar contratos de preventa “futuros” con las cerealeras en los que se define un precio y una cantidad de quilos a entregar a determinada fecha. Esto reduce el riesgo, pero también se pierde una posible ganancia de una suba de los precios. La opción de almacenar los granos e ir vendiendo la producción de gradualmente eliminaría el riesgo de vender justo cuando el precio es bajo. Este método haría que el precio percibido de venta se aproxime al promedio del precio anual.

En Uruguay no hay un mercado institucionalizado de futuros, pero se puede contratar instrumentos financieros en la bolsa de Chicago.

Riesgo institucional

El riesgo a un incremento de los impuestos al sector agropecuario es un evento que es muy probable que ocurra. Esto reduciría considerablemente la utilidad del proyecto y no tiene mitigación alguna.

Una introducción de retenciones del 30% representaría una reducción del VAN a 1 millón de dólares, casi un 50% menos que el VAN sin el impuesto. Esto se debe a que las retenciones son un impuesto a la facturación, mientras que los costos se mantendrían.



## **5.7 - Conclusión**

Desde el punto de vista de la empresa el riesgo y la incertidumbre son inevitables, más aún cuando la actividad agrícola tiene la particularidad de verse afectada por factores totalmente externos a la producción.

El proyecto de riego complementario ayudaría a Agroguay S.A. a reducir los riesgos relacionados a la falta de agua. Con la implementación del proyecto se incrementaría la producción y se cubriría el riesgo de sequía.

Este proyecto, con una inversión total de 340 mil dólares, tiene un valor actual neto de 2,2 millones de dólares. El mismo, durante un periodo de 10 años, tendrá una tasa interna de retorno de 54%, la cual es ampliamente superior que el costo de capital de 7%.

Es importante notar que estos resultados podrán variar de acuerdo al comportamiento de las componentes analizadas. Se deberá dar especial atención a los métodos de cubrirse de estas variables de riesgo, especialmente al riesgo de producción y al riesgo de mercado, a fin de asegurarse la utilidad esperada del proyecto.

En base a los fundamentos expuestos en este trabajo la conclusión es aconsejar a Agroguay S.A. la realización del proyecto de inversión de riego complementario.



## **Bibliografía**

- Ing. P. A. Emilio Vernet. 1999. Manual de Consulta Agropecuario. 280 páginas. Editorial Grafica Guadalupe. ISBN 987-43-0862-1.
- CREA - Emilio Satorre, Producción de Trigo 2011. 135 paginas. Editorial Indugraf S.A. ISBN 978-987-22576-8-2.
- CREA - Emilio Satorre, Producción de Soja 2011. 745 paginas. Editorial Indugraf S.A. ISBN 978-987-1513-01-7.
- CREA - Emilio Satorre, Producción de Maíz 2011. 169 paginas. Editorial Indugraf S.A. ISBN 978-987-1513-00-0.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S. Raes, and D. Smith. 1998. Crop evapotranspiration guides for computing crop water requirements. FAO Irrig. Drain. N° 56. Italy, 300 paginas. ISBN 92-5-104219-5.
- FAO, Evapotranspiración del cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Roma, 2006. ISBN 92-5-304219-2.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80. Iowa State University, Ames Iowa. 11p.
- Giménez L. Comportamiento fenológico de diferentes grupos de madurez de soja en Uruguay. Ubicación temporal del período crítico. Agrociencia. Revista Científica de la Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay (En evaluación)
- Grant, R.; B. Jackson; J. Kiniry and G. Arkin. 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. Agronomy Journal, 81 61-65.
- Hall A. J.; J. Lemcoff, and N. Trápani. 1981. Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield its components and their determinants. Maydica, 26: 19-38.

- Kantolic, A.G.; P.I. Giménez y E.B. de la Fuente, 2003. En: Satorre, R.L. Benech, G.A. Slafer, E.B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui y R. Savin. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía. U.B.A. Argentina. 259-274 pp.
- Molfino, J. y A. Califra. 2001. Agua disponible en las tierras del Uruguay. Segunda aproximación. División Suelos y Aguas. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. M.G.A.P. 12 pp.
- Informe: Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción, Enrique Rosales Robles INIFAP - Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas Valentín Esqueda Esquivel INIFAP - Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz.
- Corsi, W.C. 1982. Regionalización agroclimática de Uruguay para cultivos. Estación Experimental Agropecuaria La Estanzuela. C.I.A.A.B.
- Revista Agromercado, Junio 2012.
- Aprende de Campo. El plan de siembra. <http://www.aprendecampo.com/2011/05/que-es-el-plan-de-siembra-como-se-arma.html> Página vigente al 18/09/2012.
- Banco Mundial. Series Históricas de precios, producción y rendimiento de commodities. <http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data>. Página vigente al 18/09/2012.
- Banco Mundial. Prospectos de Commodities. <http://econ.worldbank.org>. Página vigente al 18/09/2012.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [http://www.fao.org/index\\_en.htm](http://www.fao.org/index_en.htm), Página vigente al 18/09/2012. Página vigente al 18/09/2012.
- INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, <http://inta.gob.ar/> Página vigente al 18/09/2012.
- CREA, Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola <http://www.aacrea.org.ar/> Página vigente al 18/09/2012.
- InfoAgro, proveedor de información agrícola <http://www.infoagro.com/> Página vigente al 18/09/2012.
- Aprende de Campo, <http://www.aprendecampo.com> Página vigente al 18/09/2012.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, <http://www.inia.org.uy/online/site/> Página vigente al 18/09/2012

- INTA. Geografía agrícola, <http://geointa.inta.gov.ar/visor/> Pagina vigente al 18/09/2012.
- INIA-INASE-INIA, 2007. Evaluación de cultivares. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/9648I1.php>, Pagina vigente al 18/10/2012
- INIA, 2007. GRAS. Clima. Estaciones Meteorológicas. Banco de Datos meteorológicos. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/143782I1.php>, Pagina vigente al 18/09/2012.



## **Anexos**



## Anexo 1 - Mapa de suelos

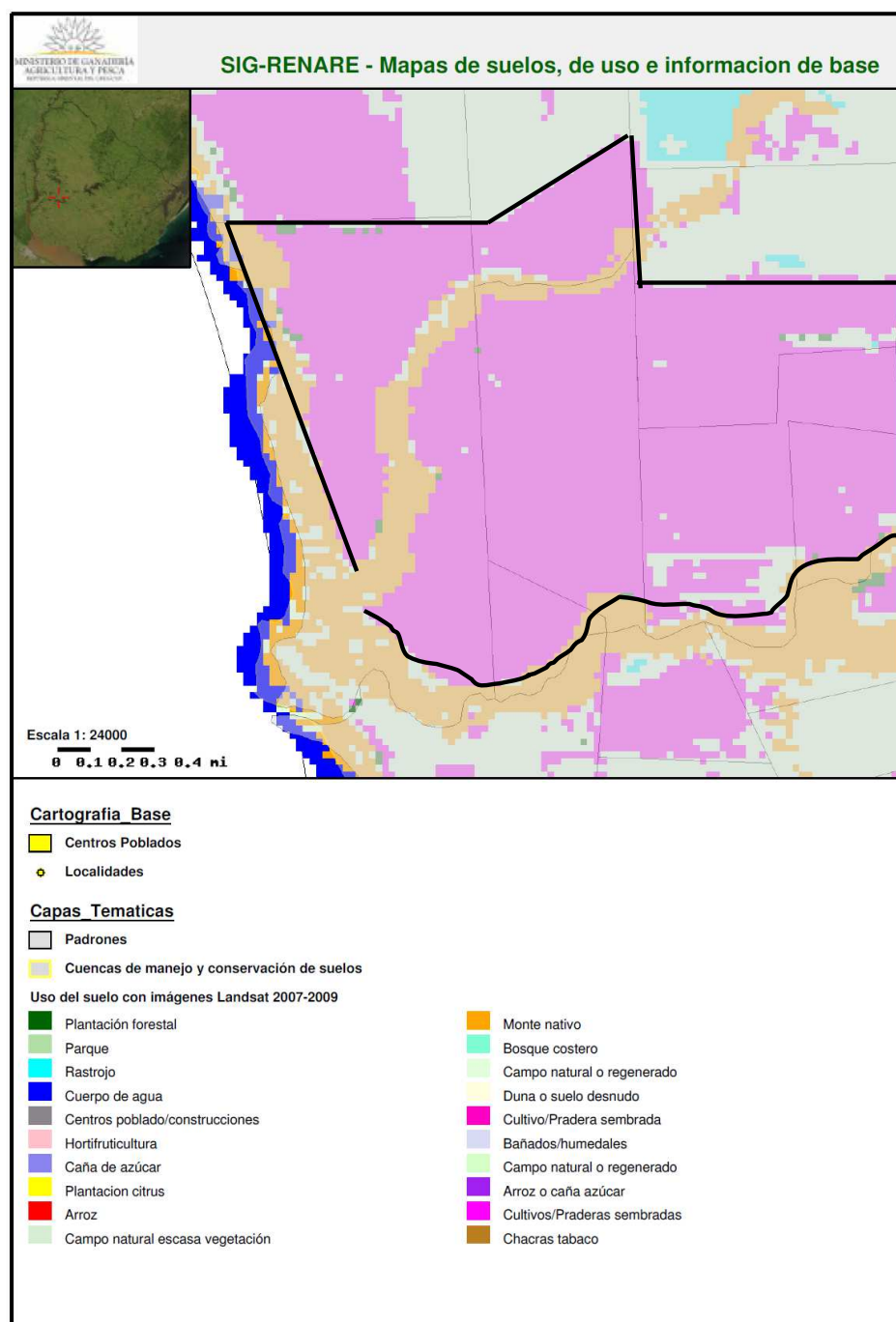


Figura 49: Mapa usos del suelo.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> Fuente: Renare.

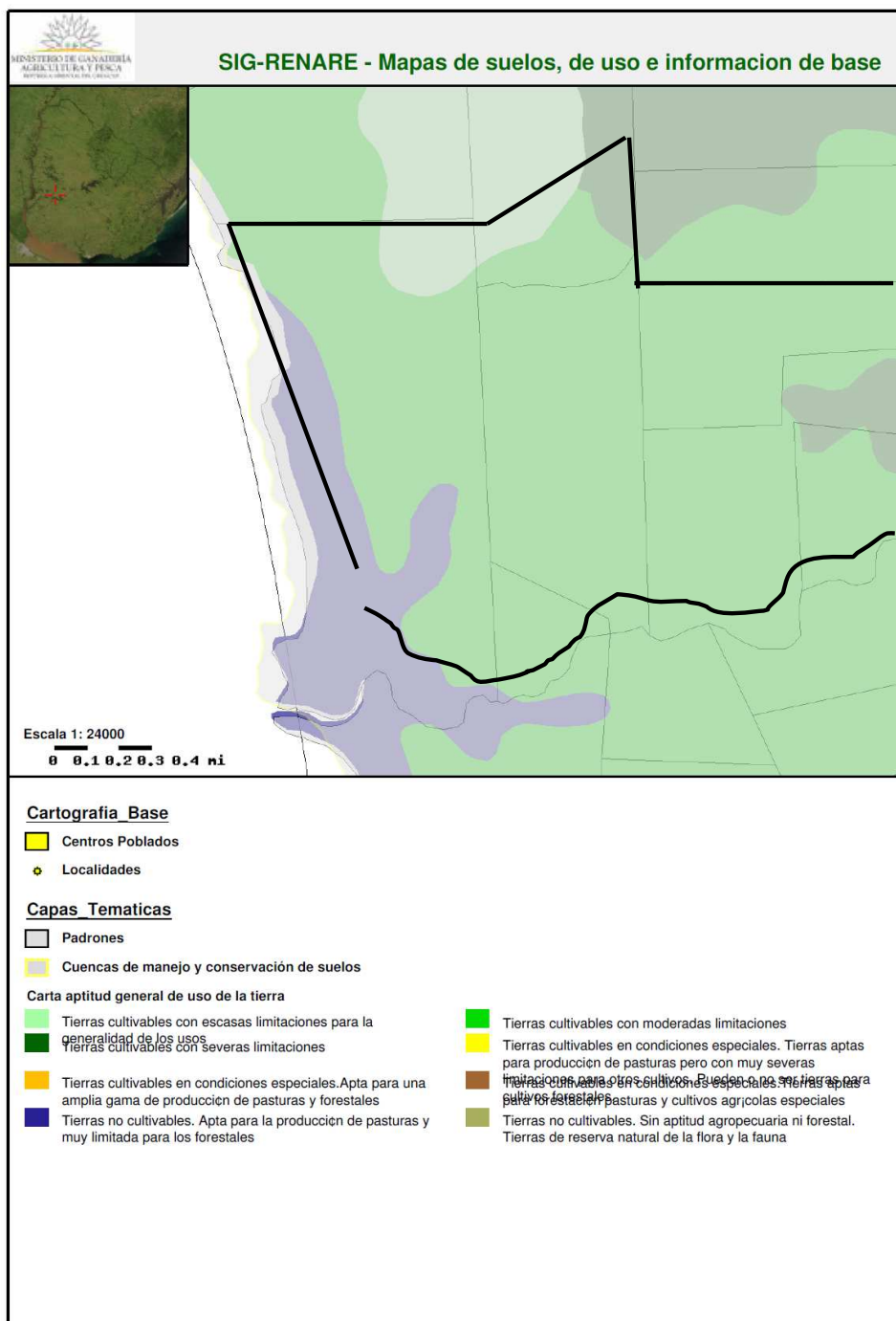


Figura 50: Mapa calidad de suelo.<sup>51</sup>

<sup>51</sup> Fuente: Renare.

### Anexo 2 - Proyección precio de la soja

Se utilizó la metodología Mean Reversion para proyectar los precios de commodities, en este caso el precio de la soja. Esta proyección está basada en la expectativa de precios futuro. Se utilizaron en total 367 datos pasados para realizar este análisis y se pudo validar la regla del random walk porque: (i) Se obtuvo entre  $E_t$  y  $E_{t-k}$  una correlación que tiende a 0 y con valores aceptables; y (ii) Se verificó una alta correlación entre  $Y_t$  y  $Y_{t-1}$  (coef. De correlación = 0,9628).

Para el segundo paso de la metodología de Mean Reversion se identificó la distribución de probabilidad del error, lo que dio una distribución de probabilidad Normal.

Aplicación del método Mean Reversión: Primero se calcularon los parámetros  $\eta$ ,  $\sigma$  y  $M$ . Para determinar el parámetro  $\eta$  se calculó la recta de regresión [ $e_t = Y_t - Y_{t-1}$ ;  $Y_{t-1}$ ] dando como resultado:  $15,7 - 0,0034 * Y_{t-1} + e_t$ . Entonces se calculó:  $\eta = -\ln(1+b) = 0,035$ ;  $\sigma$  (desvío std del error) = 19,33; y  $Mlp$  (media de largo plazo) =  $\alpha M = 458$ .

Se estimo una media a largo plazo con una corrección de un coeficiente que refleja la tendencia de los precios.

Para las proyecciones se utilizaron siempre valores reales o constantes de 2012.

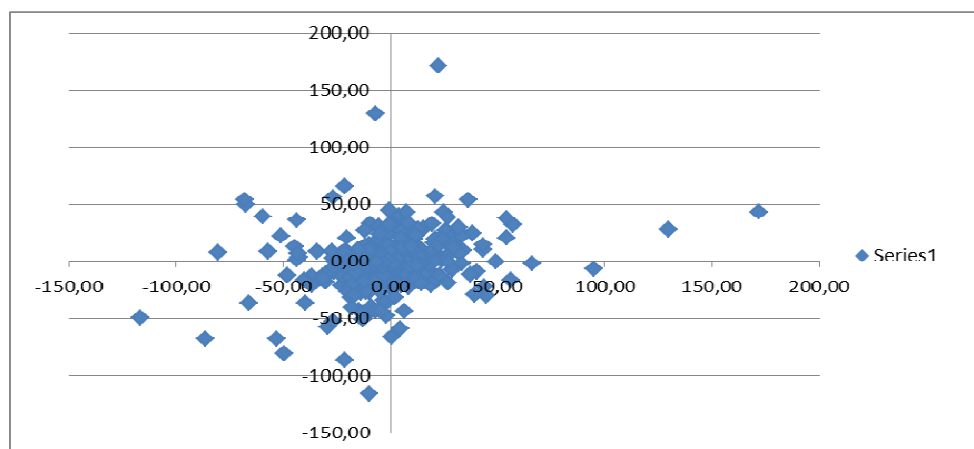


Figura 51: Correlación entre errores  $E_t$  y  $E_{t-1}$  para el precio de la soja.

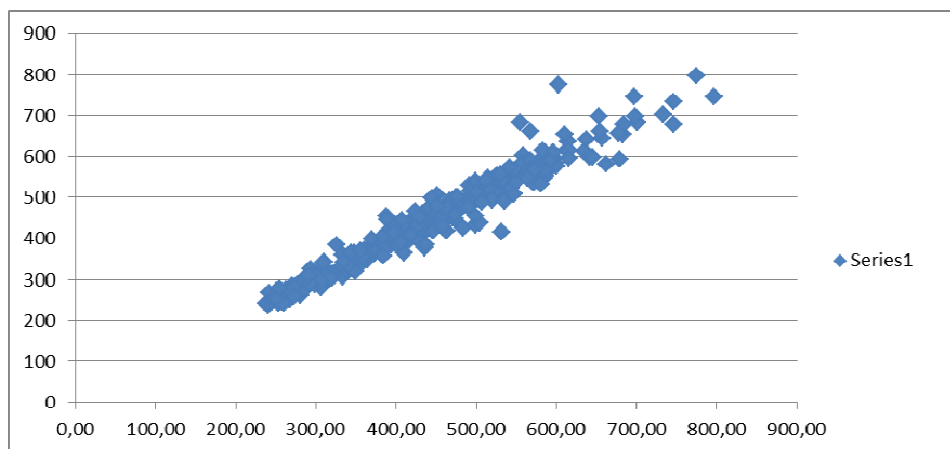


Figura 52: Correlación entre precio de la soja en el período t y t-1.

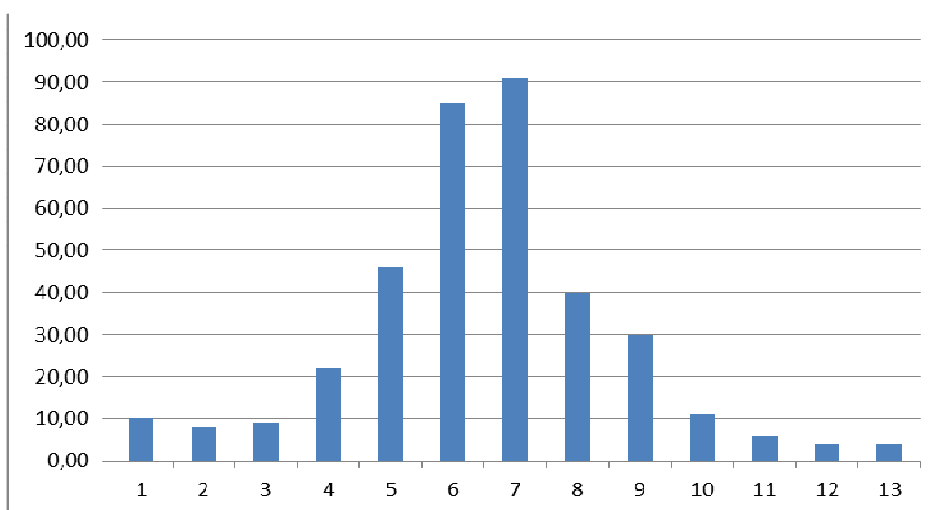


Figura 53: Frecuencia de la magnitud del error del precio de la soja.

### Anexo 3 - Proyección del precio del trigo

Se utilizó la metodología Mean Reversion para proyectar los precios de commodities, en este caso el precio del trigo. Esta proyección está basada en la expectativa de precios futuro. Se utilizaron en total 367 datos pasados para realizar este análisis y se pudo validar la regla del random walk porque: (i) Se obtuvo entre  $E_t$  y  $E_{t-k}$  una correlación que tiende a 0 y con valores aceptables; y (ii) Se verificó una alta correlación entre  $Y_t$  y  $Y_{t-1}$  (coef. De correlación = 0,9555).

Para el segundo paso de la metodología de Mean Reversion se identificó la distribución de probabilidad del error, lo que dio una distribución de probabilidad Normal.

Aplicación del método Mean Reversión: Primero se calcularon los parámetros  $\eta$ ,  $\sigma$  y  $M$ . Para determinar el parámetro  $\eta$  se calculó la recta de regresión [ $e_t = Y_t - Y_{t-1}$ ;  $Y_{t-1}$  ] dando como resultado:  $11,1 - 0,043 * Y_{t-1} + e_t$ . Entonces se calculó:  $\eta = -\ln(1+b) = 0,044$ ;  $\sigma$  (desvío std del error) = 19,42; y  $Mlp$  (media de largo plazo) =  $\alpha M = 257.4$ . Se estimó una media a largo plazo con una corrección de un coeficiente que refleja la tendencia de los precios.

Para las proyecciones se utilizaron siempre valores reales o constantes de 2012.

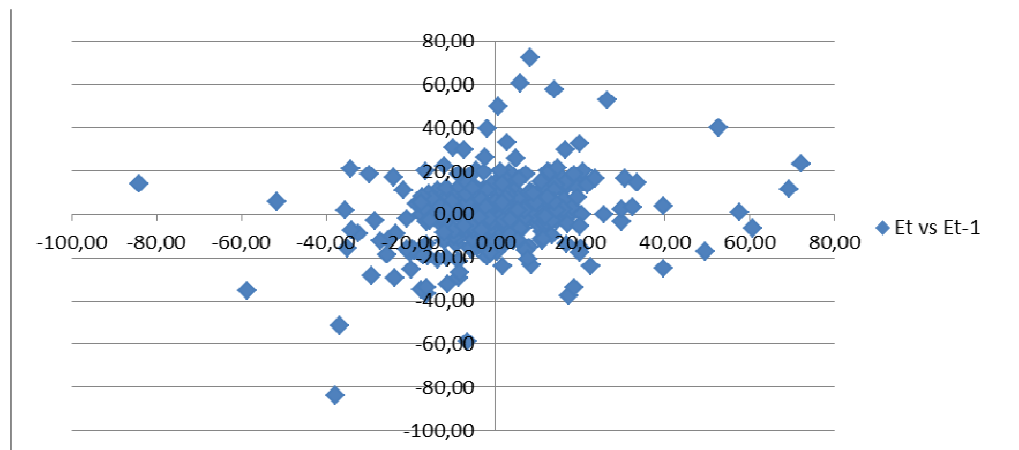


Figura 54: Correlación entre errores  $E_t$  y  $E_{t-1}$  para el precio del trigo.

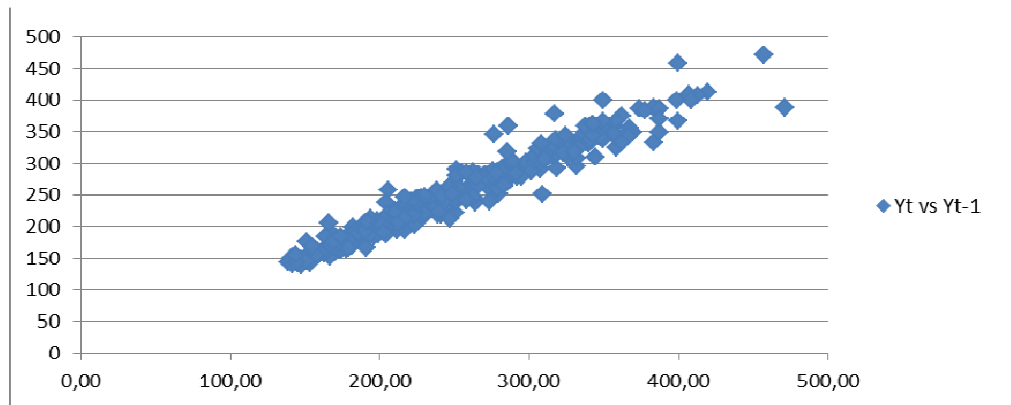


Figura 55: Correlación entre precio del trigo en el período t y t-1.

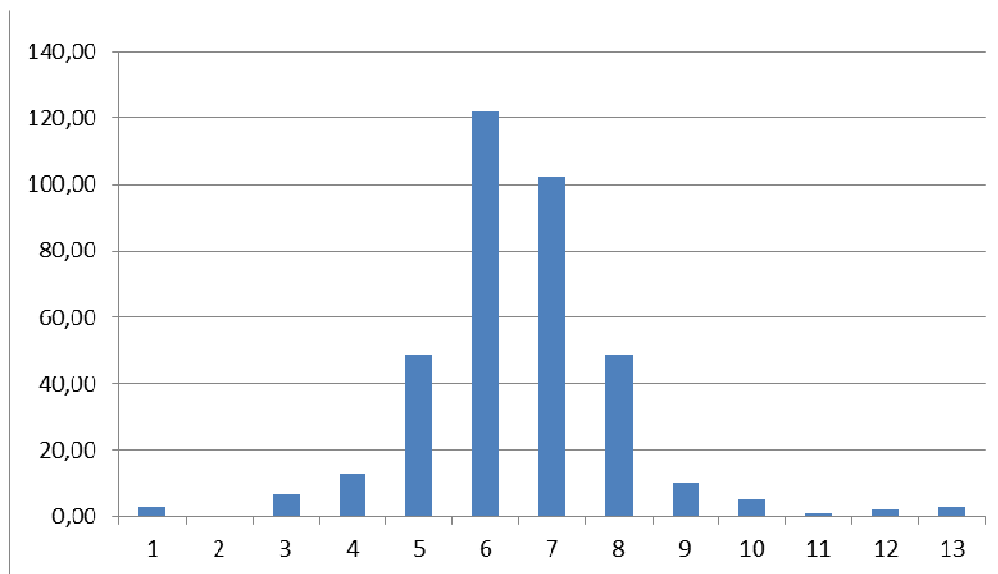


Figura 56: Frecuencia de la magnitud del error del precio del trigo.

#### Anexo 4 - Proyección del precio del maíz

Se utilizó la metodología Mean Reversion para proyectar los precios de commodities, en este caso el precio del maíz. Esta proyección está basada en la expectativa de precios futuro. Se utilizaron en total 367 datos pasados para realizar este análisis y se pudo validar la regla del random walk porque: (i) Se obtuvo entre  $E_t$  y  $E_{t-k}$  una correlación que tiende a 0 y con valores aceptables; y (ii) Se verificó una alta correlación entre  $Y_t$  y  $Y_{t-1}$  (coef. De correlación = 0,9795).

Para el segundo paso de la metodología de Mean Reversion se identificó la distribución de probabilidad del error, lo que dio una distribución de probabilidad Normal.

Aplicación del método Mean Reversión: Primero se calcularon los parámetros  $\eta$ ,  $\sigma$  y  $M$ . Para determinar el parámetro  $\eta$  se calculó la recta de regresión [ $e_t = Y_t - Y_{t-1}$ ;  $Y_{t-1}$  ] dando como resultado:  $3,06 - 0,016 * Y_{t-1} + e_t$ . Entonces se calculó:  $\eta = -\ln(1+b) = 0,016$ ;  $\sigma$  (desvío std del error) = 19,15; y  $Mlp$  (media de largo plazo) =  $\alpha M = 195,9$ . Se estimó una media a largo plazo con una corrección de un coeficiente que refleja la tendencia de los precios.

Para las proyecciones se utilizaron siempre valores reales o constantes de 2012.

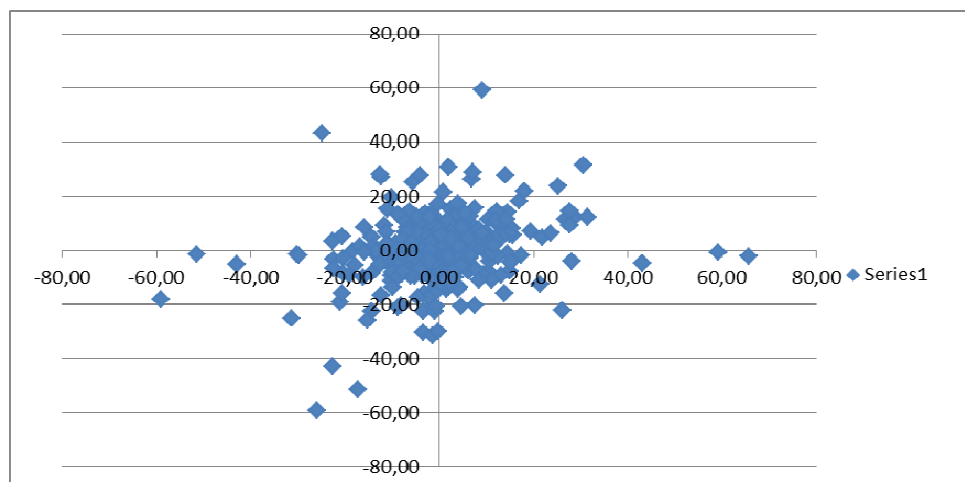


Figura 57: Correlación entre errores  $E_t$  y  $E_{t-1}$  para el precio del maíz.

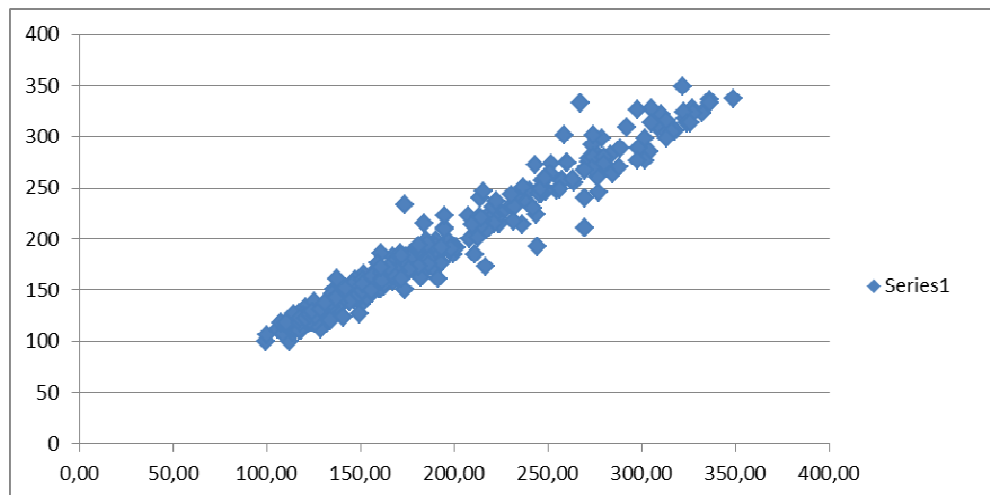


Figura 58: Correlación entre precio del maíz en el período  $t$  y  $t-1$

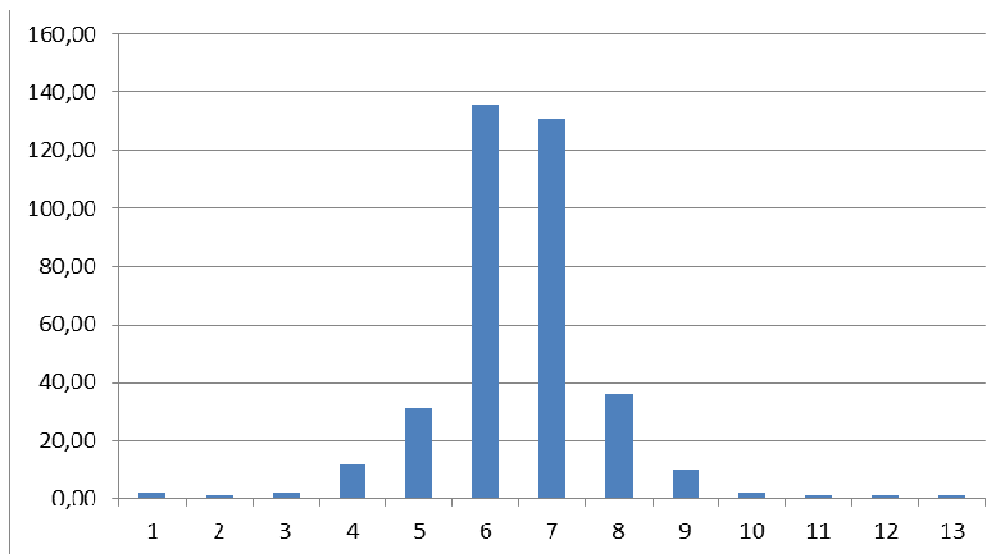
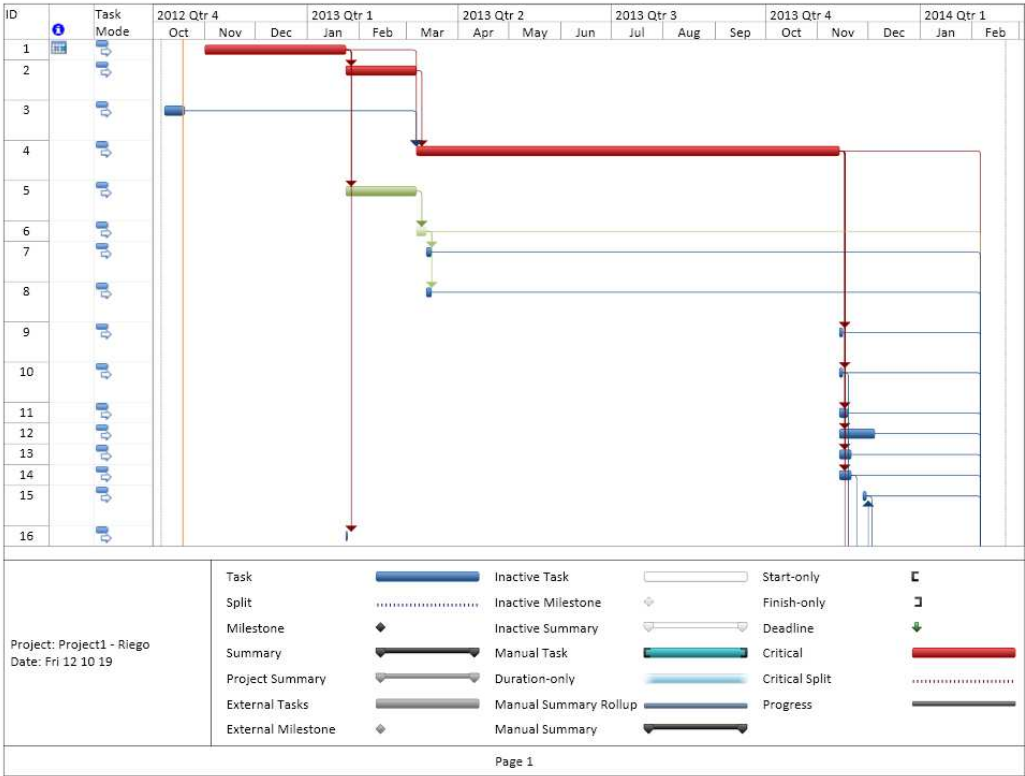
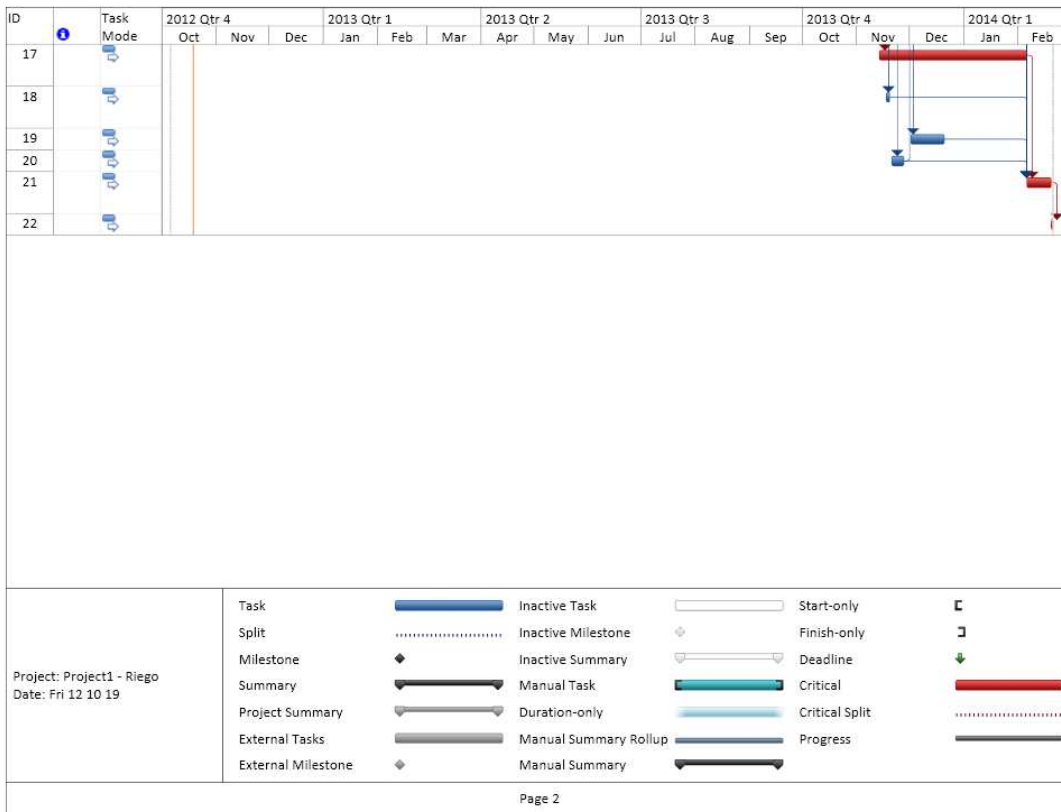


Figura 59: Frecuencia de la magnitud del error del precio del maíz.

Anexo 5 - Diagrama de Gantt





Summary

Project Summary

External Tasks

External Milestone

Start-only

Deadline

Critical Split

| ID | Task Mode | Task Name                                 | Duration | Start        | Finish       | Predecessors | Resource Names | 2012 Qtr 4 | Oct | Nov | Dec |
|----|-----------|-------------------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|----------------|------------|-----|-----|-----|
| 1  |           | Plan de Obra                              | 60 days  | Thu 12 11 1  | Wed 13 01 23 |              |                |            |     |     |     |
| 2  |           | Plan de uso de suelos y agua              | 30 days  | Thu 13 01 24 | Wed 13 03 6  | 1            |                |            |     |     |     |
| 3  |           | Cert.Dsponibilidad Juridica               | 10 days  | Mon 12 10 8  | Fri 12 10 19 |              |                |            |     |     |     |
| 4  |           | Aprovisiones (DMH, DGRNR y Dinama)        | 180 days | Thu 13 03 7  | Wed 13 11 13 | 1,2,3        |                |            |     |     |     |
| 5  |           | UTE - Pedido de Potencia                  | 30 days  | Thu 13 01 24 | Wed 13 03 6  | 1            |                |            |     |     |     |
| 6  |           | UTE - Instalacion                         | 4 days   | Thu 13 03 7  | Tue 13 03 12 | 5            |                |            |     |     |     |
| 7  |           | Instalacion Electrica Bombeo              | 3 days   | Wed 13 03 13 | Fri 13 03 15 | 6            |                |            |     |     |     |
| 8  |           | Instalacion Electrica Pivotes             | 3 days   | Wed 13 03 13 | Fri 13 03 15 | 6            |                |            |     |     |     |
| 9  |           | Estructura - Bases Pilotes                | 2 days   | Thu 13 11 14 | Fri 13 11 15 | 4            |                |            |     |     |     |
| 10 |           | Estructura - Bases Bombas y motores       | 2 days   | Thu 13 11 14 | Fri 13 11 15 | 4            |                |            |     |     |     |
| 11 |           | Aljibe - Toma de Agua                     | 3 days   | Thu 13 11 14 | Mon 13 11 18 | 4            |                |            |     |     |     |
| 12 |           | Emparejado de terrenos                    | 15 days  | Thu 13 11 14 | Wed 13 12 4  | 4            |                |            |     |     |     |
| 13 |           | Caminos                                   | 5 days   | Thu 13 11 14 | Wed 13 11 20 | 4            |                |            |     |     |     |
| 14 |           | Zanjeo                                    | 5 days   | Thu 13 11 14 | Wed 13 11 20 | 4            |                |            |     |     |     |
| 15 |           | Fijacion de tuberias con dados de cemento | 2 days   | Thu 13 11 28 | Fri 13 11 29 | 20           |                |            |     |     |     |
| 16 |           | Eleccion de Maquinaria                    | 1 day?   | Thu 13 01 24 | Thu 13 01 24 | 1            |                |            |     |     |     |

|                                                 |                 |                |                       |  |                |  |
|-------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|--|----------------|--|
| Project: Project1 - Riego<br>Date: Fri 12 10 19 | Task            |                | Inactive Task         |  | Start-only     |  |
|                                                 | Split           |                | Inactive Milestone    |  | Finish-only    |  |
|                                                 | Milestone       |                | Inactive Summary      |  | Deadline       |  |
|                                                 | Summary         |                | Manual Task           |  | Critical       |  |
|                                                 | Project Summary |                | Duration-only         |  | Critical Split |  |
|                                                 | External Tasks  |                | Manual Summary Rollup |  | Progress       |  |
| External Milestone                              |                 | Manual Summary |                       |  |                |  |

Page 1

| ID                                              | Task Mode                                                                         | Task Name                      | Duration                                                                          | Start                 | Finish                                                                             | Predecessors     | Resource Names                                                                      | 2012 Qtr 4 |     |     |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-----|
|                                                 |                                                                                   |                                |                                                                                   |                       |                                                                                    |                  |                                                                                     | Oct        | Nov | Dec |
| 17                                              |  | Compra-Recepcion de Maquinaria | 60 days                                                                           | Thu 13 11 14          | Wed 14 02 5                                                                        | 4                |                                                                                     |            |     |     |
| 18                                              |  | Instalacion Bombas y Motores   | 2 days                                                                            | Mon 13 11 18          | Tue 13 11 19                                                                       | 10               |                                                                                     |            |     |     |
| 19                                              |  | Instalacion Pivotes            | 15 days                                                                           | Mon 13 12 2           | Fri 13 12 20                                                                       | 15               |                                                                                     |            |     |     |
| 20                                              |  | Instalacion Tuberias           | 5 days                                                                            | Thu 13 11 21          | Wed 13 11 27                                                                       | 14               |                                                                                     |            |     |     |
| 21                                              |  | Prueba-Puesta en Marcha        | 10 days                                                                           | Thu 14 02 6           | Wed 14 02 19                                                                       | 4,10,6,7,8,9,11, |                                                                                     |            |     |     |
| 22                                              |  | Finalizacion                   | 1 day                                                                             | Thu 14 02 20          | Thu 14 02 20                                                                       | 21               |                                                                                     |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   |                                |                                                                                   |                       |                                                                                    |                  |                                                                                     |            |     |     |
| Project: Project1 - Riego<br>Date: Fri 12 10 19 |                                                                                   | Task                           |  | Inactive Task         |  | Start-only       |  |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   | Split                          |  | Inactive Milestone    |  | Finish-only      |  |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   | Milestone                      |  | Inactive Summary      |  | Deadline         |  |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   | Summary                        |  | Manual Task           |  | Critical         |  |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   | Project Summary                |  | Duration-only         |  | Critical Split   |  |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   | External Tasks                 |  | Manual Summary Rollup |  | Progress         |  |            |     |     |
|                                                 |                                                                                   | External Milestone             |  | Manual Summary        |  |                  |                                                                                     |            |     |     |
| Page 2                                          |                                                                                   |                                |                                                                                   |                       |                                                                                    |                  |                                                                                     |            |     |     |

Anexo 6 - Amortizaciones

| Inversión En Bienes de Uso |         | Plazo de Amortización |
|----------------------------|---------|-----------------------|
| Bombeo                     | 30.900  | 10                    |
| Pivotes                    | 325.000 | 10                    |
| Tuberías                   | 111.104 | 10                    |
| Cableado                   | 51.840  | 10                    |
| Obras Civiles              | 112.725 | 10                    |
| Cargos Diferidos           | 7.500   | 5                     |
| Otros                      | 7.500   | 10                    |
| Imprevistos (5%)           | 32.328  | 10                    |

Tabla 42: Plazos de amortizaciones.

| Inversión En Bienes de Uso | Amortización |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            | 2013         | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   |
| Bombeo                     | 2.781        | 2.781  | 2.781  | 2.781  | 2.781  | 2.781  | 2.781  | 2.781  | 2.781  | 2.781  |
| Pivotes                    | 29.250       | 29.250 | 29.250 | 29.250 | 29.250 | 29.250 | 29.250 | 29.250 | 29.250 | 29.250 |
| Tuberías                   | 9.999        | 9.999  | 9.999  | 9.999  | 9.999  | 9.999  | 9.999  | 9.999  | 9.999  | 9.999  |
| Cableado                   | 4.666        | 4.666  | 4.666  | 4.666  | 4.666  | 4.666  | 4.666  | 4.666  | 4.666  | 4.666  |
| Obras Civiles              | 10.754       | 10.754 | 10.754 | 10.754 | 10.754 | 10.754 | 10.754 | 10.754 | 10.754 | 10.754 |
| Cargos Diferidos           | 1.500        | 1.500  | 1.500  | 1.500  | 1.500  | -      | -      | -      | -      | -      |
| Otros                      | 675          | 675    | 675    | 675    | 675    | 675    | 675    | 675    | 675    | 675    |
| Sub- Total                 | 59.625       | 59.625 | 59.625 | 59.625 | 59.625 | 58.125 | 58.125 | 58.125 | 58.125 | 58.125 |
| Imprevistos (5%)           | 2.910        | 2.910  | 2.910  | 2.910  | 2.910  | 2.910  | 2.910  | 2.910  | 2.910  | 2.910  |
| Total Amortizaciones       | 62.535       | 62.535 | 62.535 | 62.535 | 62.535 | 61.035 | 61.035 | 61.035 | 61.035 | 61.035 |

Tabla 43: Amortizaciones.