

La Simulación de Montecarlo en el Estudio de Rentabilidad de Cultivos de Yerba Mate

Mariane Emhart Nirich ^a, Gustavo Nuñez ^a, Alberto Pablo Maidana ^a, Augusto Tomas Delvalle ^a

^a Universidad Autónoma de Encarnación (UNAE), Encarnación, Paraguay.

e-mails: mariane.emhart@gmail.com, gnunez868@gmail.com, pmaidana@hotmail.com, tomas.delvalle@gmail.com

Resumen

Este estudio apunta a comprender la actividad del cultivo de yerba mate desde la óptica de las alternativas tecnológicas disponibles y la economía del sector, analizado en un ambiente de incertidumbre.

La investigación fue enfocada en el análisis probabilístico de rentabilidad elaborando los flujos financieros del cultivo de la yerba mate a alta, media y baja densidad en el Departamento de Itapúa, Paraguay. Luego, las Tasas Internas de Retornos de dichos flujos fueron analizadas utilizando un modelo de simulación de Montecarlo. Los objetivos abordados fueron la medición de la rentabilidad del cultivo con este indicador, según la tecnología aplicada, y analizar la sensibilidad de los resultados a cambios de las principales variables.

El relevamiento de datos de los productores se llevó a cabo mediante entrevistas a productores y técnicos asesores de producción. Los resultados demuestran, que en parcelas de media densidad se logra la mayor estabilidad de resultados de rentabilidad ante la incertidumbre del negocio.

Palabras Clave – Yerba Mate, Administración de Ingeniería, Rentabilidad del Cultivo, Modelos de Simulación.

Abstract

This survey focuses to comprehend the yerba mate culture activity through the sights of the technological alternatives available and the industry economy, analyzed in a uncertainty surrounding.

The research was focused in the profitability probabilistic analysis making the yerba mate culture financial flows at high, medium and low density in the Itapua Department, Paraguay. Then, the Rate of Intern Return of such flows was assessed using a Montecarlo simulation model. The goal set were the culture profit measure with this test, according the technology applied and analyzing the output sensitivity to change the main variables.

The collection of data of the farmers was performed through interview to the farmers and production consulting technician. The output show that in medium density lands it achieves the output greater stability at the business uncertainty.

Keywords – Yerba mate, engineer management, culture profitability, simulation model

1. Introducción

El estudio de los flujos financieros y los indicadores de rentabilidad ha sido un área de ingeniería industrial, en los últimos años el gran auge de las tecnologías informáticas ha impulsado a la simulación como una de las herramientas más usadas en el estudio de ingeniería económica [1].

Básicamente, la simulación busca reproducir el comportamiento del flujo financiero frente a distintos valores de los parámetros elegidos aleatoriamente siguiendo distribuciones de probabilidad

*Autor en correspondencia.

previamente elegidas y que representan una ajustada representación de los datos históricos de dichas variables [2].

Ello permitirá predecir cómo serán las distribuciones de probabilidad de los indicadores económicos financieros observados ante distintos potenciales escenarios.

De esta manera la simulación es una valiosa herramienta para la toma de decisiones, sobretodo en ambientes complejos con presencia de altos niveles de incertidumbre [3].

Estas condiciones son las que se enfrenta un productor agrícola con variables de incertidumbre en el campo climático, tecnológico, económico y financiero.

El objetivo de esta investigación es aplicar el indicador de rentabilidad denominado Tasa Interna de Retorno, que es una de las herramientas que aporta la simulación de Montecarlo, en analizar los resultados financieros como ayuda a la toma de decisiones para el inversor en un negocio bajo incertidumbre [3].

La ventaja que ofrece este indicador es que no precisa del conocimiento de la tasa financiera a la cual se van a descontar los flujos, y el resultado logrado de aplicarla es el de contar con valores de tasas de rentabilidad para distintas probabilidades de ocurrencia de la misma [2].

El caso del cultivo de yerba mate ante distintas densidades del cultivo e incertidumbre de las variables operativas es un ejemplo de las ventajas de su aplicación.

A pesar de que el cultivo de yerba mate tiene sus orígenes en la época colonial, como un legado de la adaptación de los Jesuitas a las costumbres guaraníes, la tecnología del cultivo fue evolucionando en los últimos años en todos sus aspectos, tanto científicos genéticos y agronómicos como tecnológicos y uno de los principales temas de estudio ha sido el de la densidad de los cultivos [4].

Como lo indican Darío Günther y otros la evolución en las densidades de los árboles de yerba mate ha pasado distintas etapas tanto en Paraguay como en Argentina.

Desde los valores originales de 1.110 unidades/ha en las chacras más antiguas, cultivadas en los años 50 y que efectivamente tienen una densidad actual de solo de 500 a 700 árboles/ha se ha pasado a 2000 a 2500 unidades / ha en plantaciones de los años 80, para, por último, llegar a 4.000 árboles/ ha en las plantaciones de este siglo.

Esta última tecnología viene acompañada de enriquecimiento del suelo, cobertura verde, y enriquecimiento genético de las especies plantadas [5].

Algunos autores han sostenido que en los cultivos perennes los márgenes brutos están correlacionados positivamente con la densidad del cultivo [4].

Esta hipótesis será comprobada en esta investigación aplicando el modelo de simulación de Montecarlo.

Hipótesis Nula: No existe correlación positiva entre las rentabilidades y la densidad del cultivo en yerba mate.

Hipótesis Alternativa: Existe correlación positiva entre las rentabilidades y la densidad del cultivo en yerba mate.

El aumento de consumo en el mercado mundial obligó al sector yerbatero a incorporar los últimos avances genéticos en micropropagación, a los intentos de lograr, resistencia ambiental y sanitaria en alta densidad en los cultivos, todo ello apuntado a incrementar el rendimiento y disminución de los costos de producción. Estos desarrollos son el producto de las investigaciones

de técnicos en agronomía, con logros en múltiples temas, desde la clonación de plantas iniciada en el vivero hasta búsqueda de sistemas de cobertura para solución de problemas ambientales, cultivos asociados, tecnologías de cosecha, transporte a secaderos y desarrollo de nuevos productos. [6].

Tanto en Argentina como en Paraguay los grandes productores han adoptado ciertas técnicas, principalmente en las parcelas productivas, donde además de implantar alta densidad en el cultivo, también aplicaron nuevas técnicas de cosecha, utilizando tijeras de alta productividad y seguridad y transformando a los arbustos altos y estrechos en arbustos bajos y copas anchas. Ello generó incrementos en el rendimiento de los cultivos y por ende un incremento de ingresos. En el caso de los productores minifundarios, estos avances son aún, tema de estudio, ya que para la introducción de estas nuevas tecnologías requiere de una inversión económica muy elevada. [7].

Los autores de la investigación recorrieron los cultivos y entrevistaron a sus propietarios, lograron identificar todas las variables del sistema y posteriormente consultando a los expertos y empresarios con experiencia lograron elaborar los parámetros de las variables del sistema del flujo financiero [8].

2. Materiales y Métodos

La metodología en esta investigación se ha basado en la recolección de datos de productores de la zona Cantera del distrito de Obligado, Departamento de Itapúa, región sur del Paraguay.

Como lo explica el Manual de Investigaciones de UNAE, los autores han relevado la información visitando a los principales agricultores para cada tecnología.

Además de las visitas citadas, se ha procedido a consultar a los ingenieros extensionistas de la empresa yerbatera ubicada en la región, quienes han establecido un fuerte lazo de actividad comercial con toda la colonia, cumpliendo la tarea de asesoramiento y transferencia de tecnología [9].

La información lograda tuvo su origen no solamente en visitas a las explotaciones y a la industria sino también, fue en general, producto de largas charlas y entrevistas a gerentes de empresas de servicio y comercios que abastecen a la colonia y tienen un profundo conocimiento de la actividad yerbatera.

La información lograda fue ajustada a la metodología del INTA y queda resumida en la tabla de datos Nro 1.

En ella se pueden leer para cada tecnología utilizada, cantidad de productores que la practican, superficie media, máxima y mínima de las explotaciones estudiadas, así como de los cultivos de yerba mate implantados en ellas [6].

También dicha tabla contiene los valores estimados por los expertos consultados, de la tierra antes de la implantación de los cultivos y el valor logrado al cabo del final del flujo diseñado.

La tabla Nro 2 muestra para cada tecnología, los valores económicos operativos medidos para una hectárea de superficie de producción utilizada y en el horizonte de tiempo del análisis financiero, que ha sido de 10 años [6].

Al inicio se han estimado la inversión de la implantación del cultivo, y los gastos de cuidado, mientras que para el resto de los años se incorpora gastos de replantado de los plantines fallados, y en años de cosecha también los gastos de cosecha.

Para los ingresos se han calculado los ingresos por cosechas, que empiezan en el tercer año y se mantienen todo el resto del flujo.

Tabla 1. Datos de las Explotaciones Agropecuarias del Distrito de Obligado, Itapúa, Paraguay

	Densidad del Cultivo		
	Alta Mas de 2500 plantas/Ha	Media 700 a 2500 plantas/Ha	Baja Menos de 700 plantas/Ha
Cantidad de Explotaciones	12	8	23
	Superficie de la Explotación (Has)		
Máxima	40	35	15
Media	25	20	18
Mínima	20	15	5
	Superficie del Cultivo (Has)		
Máxima	17	13	7
Media	8	10	3
Mínima	3	5	1
	Valor de Venta al Final del Flujo (U\$S/Has)		
Máxima	14000	10000	6000
Media	10000	7000	5000
Mínima	8000	5000	4000
	Valor de Venta al Inicio del Flujo (U\$S/Has)		
Máxima	5000		
Media	3500		
Mínima	2500		

Tabla 2. Datos del Flujo Operativo del Cultivo de Yerba Mate

Año	Cuenta (U\$S/Ha)	Densidad del Cultivo		
		Alta Mas de 2500 plantas/Ha	Media 700 a 2500 plantas/Ha	Baja Menos de 700 plantas/Ha
1	Compra de plantines	650	300	162
	Gastos de Preparación de la tierra y plantacion	70	50	36
	Gastos de Cuidados Culturales	400	320	252
2	Compra de plantines	150	100	65
	Gastos de Replantación	30	20	16
	Gastos de Cuidados Culturales	270	250	239
	Gastos de Poda	60	40	25
3	Compra de plantines	150	100	65
	Gastos de Replantación	30	20	16
	Gastos de Cuidados Culturales	400	300	239
	Gastos de Poda y cosecha	90	60	3
	Ingresos por Cosecha	400	230	13
4	Gastos de Cuidados Culturales	500	350	225
	Gastos de Cosecha	350	250	8
	Ingresos por Cosecha	1700	1000	40
5	Gastos de Cuidados Culturales	500	350	225
	Gastos de Cosecha	540	400	54
	Ingresos por Cosecha	2700	2000	270

Simulación de Montecarlo

La simulación de Montecarlo precisa definir tres tipos de componentes para la construcción del modelo [1]:

- Definición de las distribuciones de probabilidad que representan los valores que pueden asumir las variables no controlables.
- Resultado a obtener del modelo.
- Alternativas de las decisiones a tomar

Las distribuciones de probabilidad fueron decididas luego de consulta a los técnicos extensionistas de la principal empresa yerbatera de la región.

Las distribuciones elegidas han sido del tipo uniformes, triangulares y normales, y las tablas 3, 4 y 5 resumen los parámetros de cada una.

Tabla 3. Parámetros de las Distribuciones Asumidas para Alta Densidad del Cultivo

Alta Densidad del Cultivo						
		Distribución Usada	Parámetros de las Distribuciones			
Año			maximo	minimo	media	Desvío Standard
1	Compra de plantines	uniforme	800	400		
	Gastos de Preparación de la tierra y plantacion	triangular			60	20
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			300	150
2	Compra de plantines	uniforme	800	400		
	Gastos de Replantación	triangular			20	20
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			230	100
	Gastos de Poda	triangular			40	30
3	Compra de plantines	uniforme	800	400		
	Gastos de Replantación	triangular			20	20
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			300	150
	Gastos de Poda y cosecha	triangular			70	40
	Ingresos por Cosecha	normal			300	200
4	Gastos de Cuidados Culturales	normal			400	150
	Gastos de Cosecha	triangular			300	100
	Ingresos por Cosecha	normal			1500	500
5	Gastos de Cuidados Culturales	normal			400	150
	Gastos de Cosecha	triangular			500	100
	Ingresos por Cosecha	normal			2400	1000

Tabla 4. Parámetros de las Distribuciones Asumidas para Media Densidad del Cultivo

Media Densidad del Cultivo						
		Distribución Usada	Parámetros de las Distribuciones			
Año			maximo	minimo	media	Desvío Standard
1	Compra de plantines	uniforme	200	400		
	Gastos de Preparación de la tierra y plantacion	triangular			40	20
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			280	100
2	Compra de plantines	uniforme	200	400		
	Gastos de Replantación	triangular			15	8
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			200	100
	Gastos de Poda	triangular			25	15
3	Compra de plantines	uniforme	200	400		
	Gastos de Replantación	triangular			15	10
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			250	150
	Gastos de Poda y cosecha	triangular			40	20
	Ingresos por Cosecha	normal			200	100
4	Gastos de Cuidados Culturales	normal			300	100
	Gastos de Cosecha	triangular			200	100
	Ingresos por Cosecha	normal			800	400
5	Gastos de Cuidados Culturales	normal			300	100
	Gastos de Cosecha	triangular			280	190
	Ingresos por Cosecha	normal			1700	1000

Tabla 5. Parámetros de las Distribuciones Asumidas para Baja Densidad del Cultivo

Baja Densidad del Cultivo						
		Distribución Usada	Parámetros de las Distribuciones			
Año			maximo	minimo	media	Desvío Standard
1	Compra de plantines	uniforme	80	200		
	Gastos de Preparación de la tierra y plantacion	triangular			26	20
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			240	100
2	Compra de plantines	uniforme	80	200		
	Gastos de Replantación	triangular			10	7
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			240	70
	Gastos de Poda	triangular			20	10
3	Compra de plantines	uniforme	80	200		
	Gastos de Replantación	triangular			10	8
	Gastos de Cuidados Culturales	normal			220	80
	Gastos de Poda y cosecha	triangular			2	1
	Ingresos por Cosecha	normal			0	7
4	Gastos de Cuidados Culturales	normal			200	70
	Gastos de Cosecha	triangular			6	3
	Ingresos por Cosecha	normal			35	15
5	Gastos de Cuidados Culturales	normal			200	100
	Gastos de Cosecha	triangular			40	10
	Ingresos por Cosecha	normal			200	100

3. Resultados

La tabla Nro 6 muestra el flujo financiero para explotaciones de las diferentes densidades indicadas, referidas a la unidad de medida de la explotación, que es la hectárea y valuadas en valores monetarios dólares estadounidenses.

Las columnas de izquierda a derecha son los años analizados, el nombre de la cuenta contable indicada, y para cada tecnología se han colocado los valores según sean ingresos o egresos para por último totalizarlos en resultados parciales de subtotales por origen y los totales resultantes de cada año.

Estos flujos serán simulados mediante la técnica de Montecarlo 1000 veces para cada uno de ellos, extrayendo en cada una de dichas iteraciones, valores aleatorios siguiendo las distribuciones probabilísticas elegidas para cada cuenta contable.

Los valores inmobiliarios de compra y venta de las parcelas se ha decidido utilizar distribuciones uniformes con valores de máximos y mínimos obtenidos de consulta a los entrevistados que están en el negocio yerbatero de la zona.

Los gastos de implantación de cultivos, tareas de cuidado, control, cosecha y podas fueron simuladas con distribuciones triangulares que privilegian los valores centrales antes de los extremos.

Los ingresos por cosecha fueron considerados que la distribución que mejor representa la aleatoriedad de sus valores son las distribuciones normales donde los expertos con mucha experiencia en el resultado de las tareas bajo distintas condiciones ambientales y de mercado, estimaron sus parámetros.

Tabla 6. Flujo Financiero para las Distintas Densidades de Plantación

AÑO	Alta Densidad				Media Densidad				Baja Densidad			
	Mas de 2500 plantas/Ha				700 a 2500 plantas/Ha				Menos de 700 plantas/Ha			
	Ingreso	Egreso	subtotaltotal		Ingreso	Egreso	subtotaltotal		Ingreso	Egreso	subtotaltotal	
1	Compra de la tierra		5000			5000				5000		
	Compra de plantines		650			300				162		
	Plantacion y cuidados		470	-6120		370	-5670			288	-5450	
				-6120			-5670				-5450	
2	Recompra de plantines		150			100				65		
	Replante y cuidados		300			270				255		
	Poda		60	-510		40	-410			25	-345	
				-510			-410				-345	
3	Recompra de plantines		150			100				65		
	Replante y cuidados		430			320				255		
	Poda y cosecha		90	-670		60	-480			3	-323	
	Ingresos p/cosecha	400		-270	230		-250		130		-193	
				-270			-250				-193	
4	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		350	-850		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	1700		850	1000		400		340		107	
				850			400				107	
5	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		540	-1040		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	2700		1660	2000		1400		570		337	
				1660			1400				337	
6	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		540	-1040		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	2700		1660	2000		1400		670		437	
				1660			1400				437	
7	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		540	-1040		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	2700		1660	2000		1400		670		437	
				1660			1400				437	
8	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		540	-1040		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	2700		1660	2000		1400		670		437	
				1660			1400				437	
9	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		540	-1040		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	2700		1660	2000		1400		670		437	
				1660			1400				437	
10	Cuidados culturales		500			350				225		
	Cosecha		540	-1040		250	-600			8	-233	
	Ingresos p/cosecha	2700		11660	2000		8400		670		5437	
	Venta de la tierra	10000			7000				5000			
				TIR 17 %			TIR 14 %				TIR 3%	

La Figura Nro 1 muestra la distribución de los valores del indicador de rentabilidad T.I.R. para cultivos de alta densidad.

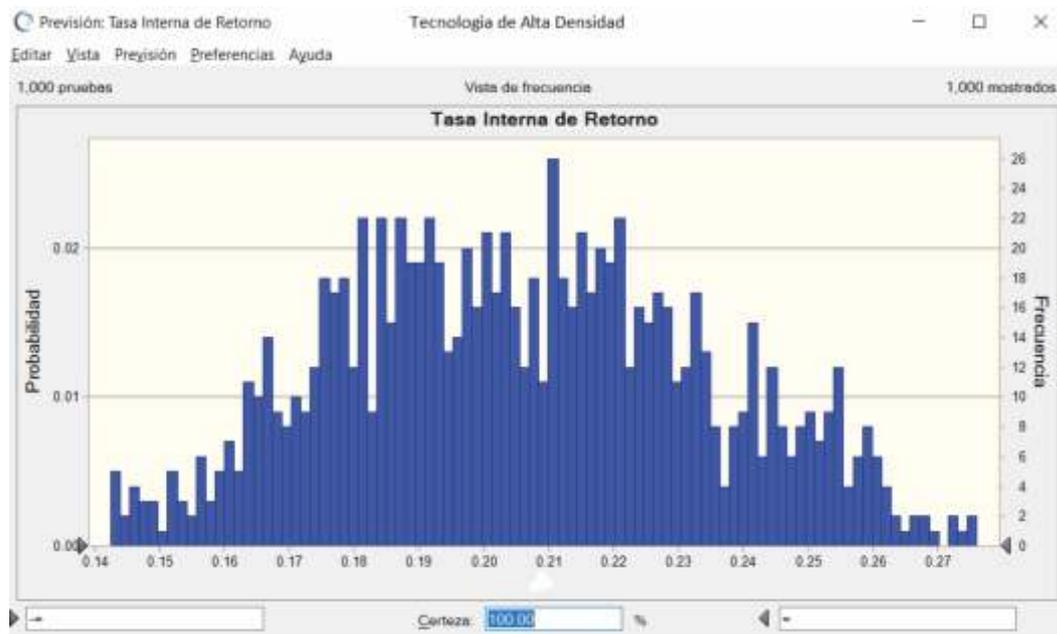


Fig. 1. Simulación de T.I.R. para Tecnología de Alta Densidad

Se observa que existen altas frecuencias (cantidad de veces que se han obtenido dichos valores en los 1000 flujos simulados) de T.I.R. entre 18 % y 23 % de dicho instrumento de medición, mientras que valores superiores caen dichas frecuencias más rápidamente que para valores menores a la franja superior.

Al realizar la simulación con iguales parámetros que la anterior para Media Densidad se obtiene la Fig. 2.

Se observa un mayor amesetamiento de los valores logrados, y aumento del rango de valores superiores, que ahora se encuentran entre 17% y 24% con similares caídas en los extremos.

Ello significa mayor estabilidad de rentabilidades esperadas que en la correspondiente a alta tecnología y por ende menores riesgos a caer en el extremo inferior.

Este resultado contradice a los conceptos de los expertos quienes sostienen que la economía de escala se aplica en la actividad yerbatera y que por lo tanto a mayor escala de la explotación agropecuaria mayor será la rentabilidad [4].

Por último, la Fig. 3 muestra el comportamiento de la simulación de la T.I.R. del flujo financiero de baja densidad.

Cabe aclarar que la tasa interna de retorno es, desde el concepto matemático la raíz de un polinomio que presenta un solo cambio de signo, y que dicha raíz puede ser valores naturales positivos o negativos.

Pero desde el punto de vista financiero no tiene explicación valores negativos, por lo que la simulación de T.I.R. debe ser recortada al valor cero y no considerar valores negativos.

Se puede observar que existen valores levemente en una meseta, con valores de T.I.R. pequeños, inferiores al 6 %.

Esta tecnología es la que ofrece mayor concentración de rentabilidades en valores bajos, lo que significa mayores riesgos de rentabilidades negativas, situación que queda demostrada en la vida real por la baja rentabilidad de los productores de minifundios quienes son los que utilizan con mayor frecuencia esta tecnología.

La Fig. 4 permite observar un análisis de tendencias de las tres tecnologías simultáneamente.

Los gráficos de sensibilidad resumen y muestran para las varias alternativas estudiadas, en este caso tipos de tecnología implantada en el cultivo de yerba mate, relaciones que facilitan la tarea de detectar y analizar las tendencias de previsión.

Se puede observar que las alternativas se presentan en una serie de bandas de color. Cada banda representa los rangos de certeza en los que se encuadran los valores reales de las alternativas. Por ejemplo, la banda que representa el rango de certeza del 90%, que es la inferior a todas y sobre ellas se superponen las otras dos alternativas.

En la abscisa se ubican las tres alternativas analizadas, tecnología de alta densidad, media y baja con denominaciones de 1, 2 y 3 respectivamente.

Se puede ver que, por ejemplo, el rango de valores en el que una alternativa de las tres, tenga un 90% de probabilidad de ubicarse corresponde a rentabilidades entre 3 % y 6 % para la tecnología de baja densidad (3), entre 11,8 % y 17% para la tecnología media (2) y entre 16% y 25 % para la tecnología de alta densidad (1).

De igual forma se analizan las bandas de los colores amarillo y rojo.

Las bandas se centran en torno a la mediana de cada alternativa. Las bandas se harán más anchas a medida que las desviaciones estándar de la alternativa aumenten. De esta forma, muestran cómo aumenta la incertidumbre a medida que las alternativas avanzan en el futuro.

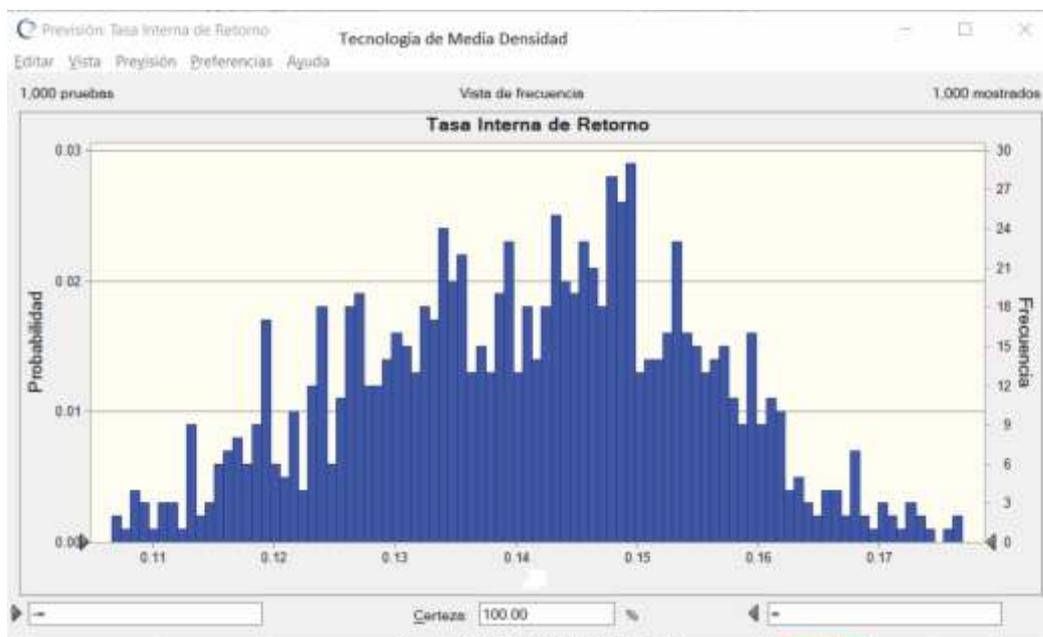


Fig. 2. Simulación de T.I.R. para Tecnología de Media Densidad

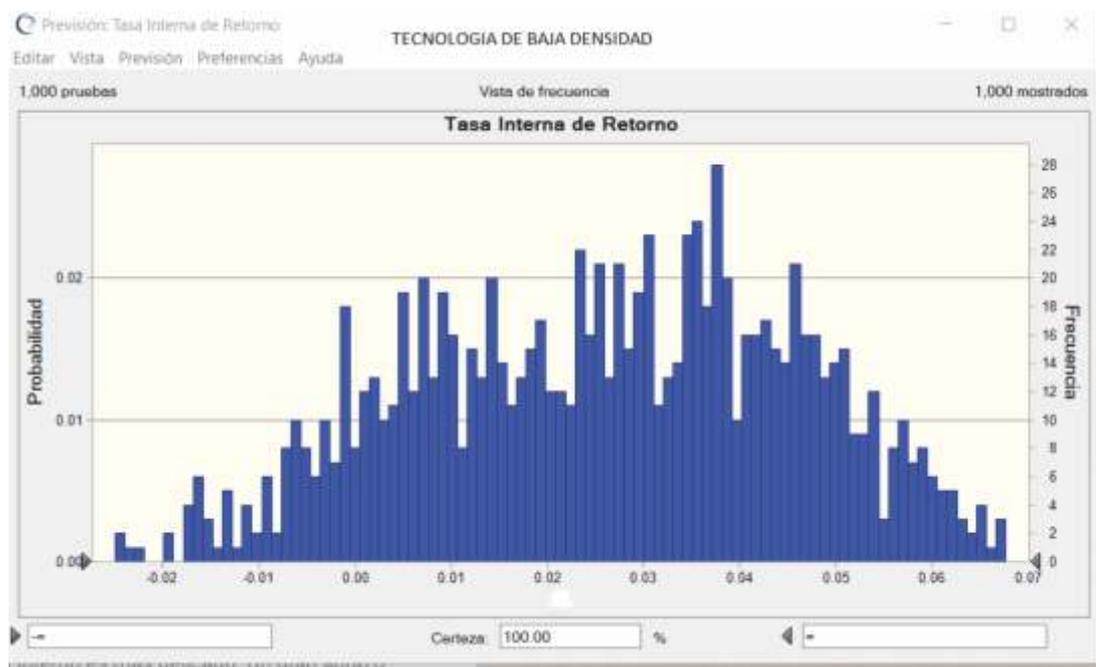


Fig. 3. Simulación de T.I.R. para Tecnología de Baja Densidad

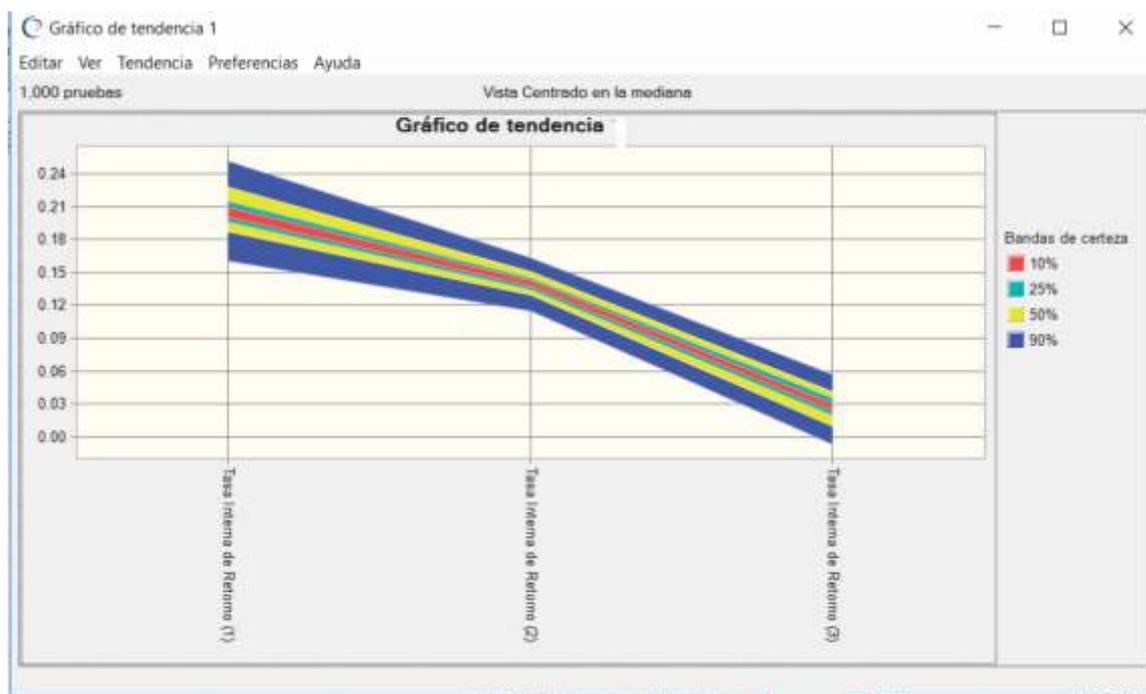


Fig. 4. Análisis de las Tendencias de las Distribuciones de T.I.R. Simuladas

4. Conclusiones

Se ha demostrado la validez de la hipótesis nula en el cultivo de yerba mate, ya que las mejores probabilidades de lograr rentabilidades se dan en densidades medias y no altas.

Los estudios de simulación son de mucha importancia para elaborar un diagnóstico más acotado a los errores y ello queda demostrado su importancia cuando se lo realiza en un sistema de alta incertidumbre, donde existen pocos datos con precisión y se debe modelar apoyado en la información de opiniones de expertos.

En este caso se puede demostrar que la alta tecnología ofrece mayor incertidumbre de lograr mantener su fuerte rentabilidad que es su mayor atractivo, y en cambio la tecnología media tiene valores más previsibles.

Es importante observar que las actividades del sector agrícola yerbatero presentan para los expertos posiciones encontradas entre tecnología a aplicar y economía del negocio, es en esta situación de ideas enfrentadas donde los modelos de simulación más contribuyen a poner luz a la polémica.

5. Referencias Bibliográficas

- [1] I.Ponzoni, L.B.Chinestra, “Importancia de la Simulación para la Toma de Decisión en Líneas Manufactureras”, Revista de Investigación Operativa Vol 17 , pp 43 – 58 , Buenos Aires, 2007.
- [2] J. Evans, D. Olson, “Introduction to Simulation and Risk Analysis”, Prentice Hall, pp 15 – 17, Nueva York, 1997
- [3] J.R. Evans, D. L. Olson, “Introduction to Simulation and Risk Analysis”, Prentice Hall, 2008.
- [4] D. O. Acuña, “Margen Bruto de Plantaciones de Yerba Mate”, Economía de los Cultivos Industriales. Edición INTA, 4ta edición, pp 181-189, 2012.
- [5] D. Günther, “Resultados Económicos del Cultivo de Yerba Mate”. Economía de los Cultivos Industriales. Edición INTA, 1ra edición, pp 85-89, 2008.
- [6] Inta. “Indicadores Económicos para la gestión de empresas agropecuarias”. Bases Metodológicas. Argentina, 2009.
- [7] Masloff, Víctor. (2013). Yerba Mate compendio de experiencias en la recuperación de agroecosistemas yerbateros. MR producciones. Paraguay.
- [8] Manual de Investigación. (2014). Encarnación: Centro de Investigación y Documentación de la Universidad Autónoma de Encarnación (CIDUNAE), Equipos Asesores de Tesis, Docentes e Investigadores de la UNAE.
- [9] Guerra E., Guillermo. (2002). El agronegocio y la empresa agropecuaria en el siglo XXI. Ed. Agroamerica. Costa Rica.