

---

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS SEGÚN ACUERDO  
SECRETARIAL 15018, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA  
FEDERACIÓN EL 29 DE NOVIEMBRE DE 1976

---

## **DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y MERCADOLÓGÍA**

### **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**



**MODELO DE MONITOREO EN UN CAMPO DE AGAVE**

### **TESIS DE MAESTRÍA**

*QUE PARA OBTENER EL GRADO DE*

### **MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN**

*PRESENTA:*

**RICARDO FERNANDEZ ACEVES**

*ASESOR: MTRO. RAFEL SANCHEZ DE LA CONCHA*

**TLAQUEPAQUE, JAL.**

**AGOSTO DE 2013**

## AGRADECIMIENTOS

Cuando terminas un proyecto como este te das cuenta que son tantas las personas a quien tienes que agradecerles el apoyo y compromiso que durante todo este tiempo hicieron en conjunto conmigo para llevarlo a cabo, quiero iniciar agradeciendo al Maestro Rafael Sanchez de la Concha quien fue mi asesor de Tesis y estuvo al pendiente del desarrollo del trabajo, orientándome y guiándome en el camino sobre todo enfocando el camino hacia conceptos y experiencias reales y con alto enfoque de negocio, te agradezco mucho por eso Rafa.

Quiero agradecer también a todos mis maestros por todo el conocimiento brindado en cada clase, en cada concepto, en cada experiencia laboral y de vida, pero sobre todo por la dedicación y devoción en atender la Maestría más allá del compromiso de impartir una clase, por el involucrarse de manera profesional en los problemas que externé y que me apoyaron a resolver, por los consejos técnicos pero sobre todo por los consejos y experiencias de vida que resultan tan enriquecedores y valiosos para mi desarrollo profesional.

Agradezco a mi familia por el esfuerzo de vivir de la mano conmigo el esfuerzo de elaborar trabajos, de tomar algo de su tiempo para dedicarlo a estudiar, agradezco a Ivonne mi esposa que incansablemente se encuentra a mi lado desde hace tanto tiempo y es mi apoyo y pilar fundamental en mi familia, a mis hijos Ricardo Ivan y Jesús Alberto por el aliento que me dan y la esperanza que significan para que Yo siga creciendo en lo profesional y como persona, muchas gracias hijos por su tiempo y por su paciencia.

Agradezco de todo corazón a mis Padres, que supieron forjar en Mi el significado de la responsabilidad, la honestidad, el orgullo, el amor y a pesar que mi Padre me ayudó desde el cielo siempre me alentó como el Angel de la guarda que ahora significa para Mí, gracias Mamá porque desde niño me impulsaste a ser mejor cada día y a buscar siempre retos que cumplir, gran parte de la persona que soy se los debe a ustedes.

Por supuesto gracias a Dios por darme vida, salud y esperanza para haber emprendido este reto que ha significado para Mí un crecimiento importante en mi vida profesional y me ha marcado en mi desarrollo personal, no hay duda que soy una persona diferente a la que era antes de la maestría, no hay duda que en el camino aprendí, confirmé y re afirmé mucho conocimiento, hice amigos y lo más importante, mi visión sobre los negocios y las finanzas es más amplia y profunda. No hay duda, hoy soy una mejor persona.

PROLOGO	5
CAPITULO I	
<b>Marco contextual</b>	
Introducción	6
1.1. <i>Historia del Agave Tequilana Weber en México</i>	7
1.2. <i>Importancia del Agave Tequilana Weber en México</i>	16
1.3. <i>Plagas y enfermedades del agave tequilero</i>	20
1.4. <i>Situación actual de la industria agavera</i>	22
CAPITULO II	
<b>Diagnóstico y problemática</b>	
Introducción	30
2.1. <i>Historia de Jose Cuervo</i>	31
2.2. <i>Descripción de la unidad agavera de José Cuervo</i>	34
2.3. <i>Planteamiento del problema de la empresa</i>	37
2.4. <i>Diagnóstico actual de la empresa</i>	41
CAPITULO III	
Introducción	46
<b>Investigación y experiencias</b>	
3.1 <i>Cultivo de Maíz y Trigo</i>	48
3.1.1 Muestreo de Maíz y Trigo	51
3.1.1.1 Determinar los problemas de campo	52
3.1.1.2 Métodos de medición	55
3.1.1.3 Donde, Como y que Muestrear	56
3.1.1.4 Identificar patrón de comportamiento	57
3.1.1.5 Observaciones generales	62

3.2 <i>Agricultura de Precisión</i>	63
3.2.1 Principios y Elementos de la Agricultura de Precisión	65
3.3 <i>Viticultura de Precisión</i>	66
3.3.1 Etapas de la Viticultura de Precisión	68
3.4 <i>Cultivo de Caña de Azúcar</i>	69
3.4.1 Monitoreo de la cosecha de caña de azúcar	75
<b>CAPITULO IV</b>	
Introducción	81
<b>Propuesta de solución</b>	
4.1 <i>Alcance del trabajo</i>	83
4.2 <i>Estadística Básica</i>	85
4.3 <i>Muestreo</i>	93
4.3.1 Mediana	94
4.3.2 Mediciones de Variación	95
4.3.3 Media Aritmética	96
4.4 <i>Levantamiento de datos</i>	97
4.4.1 Obtención de datos fuentes secundarias	99
4.4.2 Muestreo en campo de Agave y Análisis de la información	102
4.4.3 Uso de Receptores de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)	115
<b>CAPITULO V</b>	
Introducción	120
<b>Implementación y resultados</b>	
5.1 <i>Muestreo en un predio</i>	121
5.2 <i>Carga de información en plataforma</i>	123
5.3 <i>Resultado de aplicación de la metodología</i>	130

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

## PROLOGO

El objetivo estratégico de la empresa ha sido el de integrarse totalmente en la cadena productiva del Tequila, iniciando por el aseguramiento en el abasto de materia prima, en este caso el Agave, para evitar el riesgo que significa que el principal elemento para la fabricación de esta bebida no se tenga disponible. La empresa agavera como cualquier negocio, debe gestionar los procesos relevantes con información suficiente, competente, oportuna y confiable para planear, ejecutar y controlar las actividades que generan valor a su producto, el Agave, que se encuentra distribuido en más de 20 mil hectáreas distribuidas en la zona de denominación de origen por la República Mexicana. La forma en cómo la empresa evalúa el estado que guarda el inventario de plantas de Agave es mediante inventarios físicos de manera anual y con cobertura de más menos el 25% del total, lo que no asegura la oportunidad y la confiabilidad de la misma.

Ante la incertidumbre que genera el no tener información de manera más oportuna sobre el inventario de Agave, mi objetivo es proponer una metodología de muestreo que permita obtener información a nivel de estimaciones pero que sea confiable en términos de existencia, en términos de fitosanidad y en términos de desarrollo agronómico. Es importante mencionar que la rotación de un inventario de Agave es de por lo menos 7 años, tiempo necesario para desarrollar los azúcares que se convertirán mediante un proceso de destilación en Tequila. Tampoco hay que olvidar que el resguardo del inventario es precisamente el campo al aire libre y a pesar de que existen procesos de control para evitar malos manejos por gente ajena a la empresa, existen factores naturales que lo afectan irremediablemente.

Eventos como inundaciones, incendios, heladas, plagas o incluso ataques de animales que acechan el cultivo y si bien no pueden evitarse, debe monitorearse su comportamiento y evolución y a partir de esto gestionar con esa información los planes de acción a seguir. La gestión operativa debe ser oportuna e integral, debe considerar la modificación de manejo del campo, el cambio o complemento de agroquímicos al suelo o a la planta para tratar de regresar al desarrollo normal el Agave y en el peor de los casos, también puede considerarse el cosechar o jimar la totalidad del cultivo y evaluar si puede ser procesado en la elaboración del tequila o debe destruirse. Cuando un predio por el nivel de daño se decide destruir, debe hacerse una limpia total del predio para evitar que se un foco de infección en predios aledaños en lo particular o en una región o zona en lo general.

Es importante mencionar que el alcance de este trabajo no considera el tema de gestión operativa, considera únicamente la propuesta de la metodología de muestreo y monitoreo en el campo de Agave para la generación de información base precisamente para la gestión.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO CONTEXTUAL**

## INTRODUCCION

El Agave Tequilana Weber Azul es la única variedad que puede utilizarse para la elaboración del Tequila, de acuerdo a la norma 006 emitida y regulada por el Consejo Regulador del Tequila (CRT) y solo puede plantarse en 181 municipios de la República Mexicana, en donde Jalisco tiene el 77% de la producción, Nayarit el 7%, Guanajuato el 6% y por último Michoacán y Tamaulipas tienen el 5%.

De la agricultura del Agave viven aproximadamente 17,500 agricultores y se estima que aproximadamente 60,000 familias obtienen ingresos por cosecha, mantenimiento o venta de Agave, utilizando poco más de 90 mil hectáreas con plantaciones de diferentes edades para cubrir el abastecimiento de la industria del Tequila, ya que esta planta tarda en madurar más de 7 años. Se tienen reportados por el CRT que existen más de 270 millones de plantas, en donde los principales propietarios son Cuervo, Sauza, Herradura y otras tequileras de menor tamaño.

Se consumen al año más de 900 mil toneladas de agave a un promedio de 30 kilos por planta para una producción total estimada en aproximadamente 249 millones de litros que los producen 150 empresas registradas, aunque últimamente se ha presentado el tema de piratería con mucha frecuencia, las empresas registradas se estima poseen alrededor de 1,200 marcas certificadas. Por último se estima que se pagan aproximadamente 900 mil jornales al año, el pago por día puede oscilar de entre 1 a 2 jornales por persona.

## **1.1 HISTORIA DEL AGAVE TEQUILANA WEBER VARIEDAD AZUL EN MÉXICO**

Agave Tequilana Weber azul es el nombre científico de la variedad de cactácea que se utiliza para la destilación del tequila. En 1753, Carl von Linneo llamó a este género de maguey, *agave*, palabra griega que significa “admirable”. Probablemente esta planta es originaria del estado de Jalisco, ya que se encuentra en estado silvestre en los alrededores de los municipios de Tequila, Ahualulco, Tehuchitlán y Etzatlán. Se menciona que las tributos de la región cultivaban la planta y de las hojas sacaban fibras para la fabricación de tejidos y del tronco obtenían un jarabe que evaporado daba una especie de miel que fermentada daba una bebida alcohólica.

El agave tequilero es la materia prima indispensable para la elaboración del tequila, de hecho como ya lo he mencionado, es por norma la única variedad aprobada para elaborar tequila es precisamente el Tequilana Weber variedad Azul y que sea proveniente de la zona de denominación de origen mencionada en esta obra. Esta planta no tiene otro mercado potencialmente importante que el que representan las empresas tequileras, las cuales en algunos casos no son autosuficientes en la provisión de su principal materia prima o si lo son, no mantienen un control adecuado en el monitoreo de su estado fitosanitario y agronómico o por lo menos no lo tienen con un nivel de periodicidad administrativamente razonable. Sin embargo, a pesar de la complementariedad entre la producción de agave y de tequila nunca ha existido una integración armoniosa entre el sector primario y secundario de la cadena productiva.

En mayo de 1902, el Dr. Weber propuso el nombre de Agave Tequilana y la variedad Azul al agave productor de tequila mismo que es utilizado desde 1949, aunque desde 1945 se otorgó la primera concesión para producir vino mezcal de tequila y en junio de 1949, se publicó la Primer Norma Oficial de Calidad para el tequila DGN R-9-1949<sup>1</sup>. En 1974, se publicó la declaratoria que otorga protección a la Denominación de Origen del Tequila (DOT) para México. Esta protección incluye todo el estado de Jalisco con 125 municipios, 7 municipios de Guanajuato, 30 de Michoacán, 8 de Nayarit y 11 de Tamaulipas, que en total suman 181 municipios con DOT.

En 1992 se publicó la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la cual permite que la evaluación de conformidad sea llevada a cabo por organismos privados. En 1994 se creó el Consejo Regulador del Tequila, A.C. (CRT)<sup>2</sup>. Este Consejo es una organización interprofesional, sin fines de lucro, donde se reúnen agentes y actores productivos ligados a la producción del tequila, también está dedicado a promover la calidad, la cultura y el prestigio del tequila. Actualmente el CRT cuenta con las acreditaciones siguientes: laboratorio de pruebas, unidad de verificación y organismo de certificación.

Los objetivos del CRT son: verificar y certificar el cumplimiento de la norma del tequila<sup>3</sup>, garantizar al consumidor la autenticidad del tequila y generar información oportuna y veraz, útil a la cadena productiva agave-tequila, así como salvaguardar la DOT en México y el extranjero.

---

<sup>1</sup> «Historia CRT», s.f., desde [http://www.crt.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=94&Itemid=158&lang=es](http://www.crt.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=158&lang=es).

<sup>2</sup> *Ibid.*

<sup>3</sup> *Ibid.*

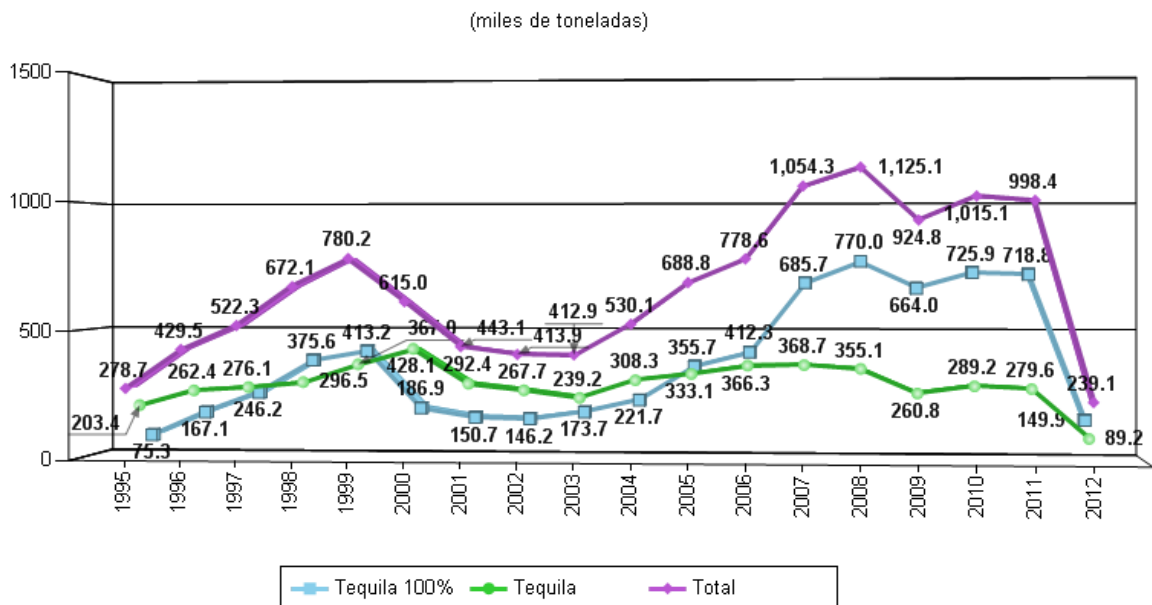
El 6 de enero de 2006, se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2005; Bebidas alcohólicas-Tequila-especificaciones. Esta Norma establece las características, especificaciones y los requisitos a cumplir en el abasto de agave, la producción, envase, comercialización, información y prácticas comerciales vinculadas a la bebida alcohólica destilada denominada Tequila. Estos requisitos están sujetos a verificación permanente, además establece que todo el tequila debe estar certificado con la finalidad de garantizar al consumidor la calidad del tequila e involucra todos los procesos de la cadena productiva agave-tequila<sup>4</sup>.

Hasta hace 20 años el agave se consideraba como un cultivo que no tenía aportaciones importantes al sector económico, puesto que con las plantaciones distribuidas entre los cientos de productores era suficiente para cubrir la demanda de un mercado que prefería bebidas como el ron o el brandy por encima del tequila, incluso el tequila era visto como una bebida para la gente del pueblo o para la gente con pocos recursos económicos, sin embargo en la historia reciente a finales de los 90's las preferencias del consumidor de bebidas alcohólicas empezaron a cambiar y fue entonces cuando el Tequila se consume por gente con nivel socioeconómico medio y medio alto. La siguiente gráfica muestra el comportamiento del consumo de agave desde el año de 1995 y hasta enero del 2012.

---

<sup>4</sup> Hilda Rodríguez Rebollar, *Trampeo del picudo del agave Scyphophorus acupunctatus Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) con feromonas de agregación y volátiles del agave.*, 2011, obtenido el Tesis (Doctora en Ciencias, especialista en Entomología y Acarología).- Colegio de Postgraduados, 2011., desde <http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/488?show=full> .

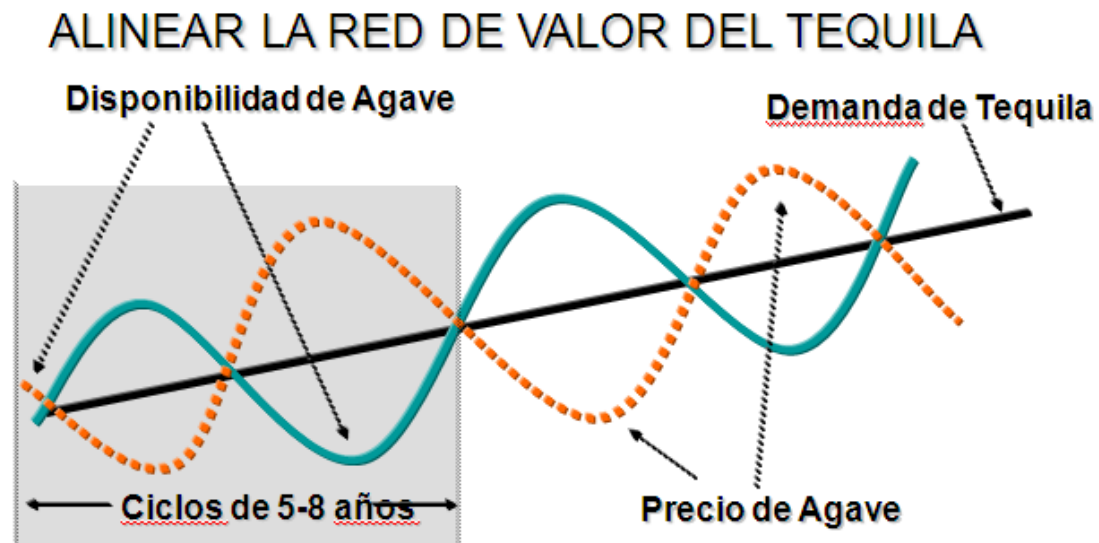
## Gráfica 1. Consumo de Agave para Tequila y Tequila 100% de Agave<sup>5</sup>



Es evidente que el consumo de agave es relativamente proporcional al inventario de plantas de agave requeridas en el campo, sin embargo hay que recordar que este tipo de cultivo tarda entre 7 y 9 años en llegar a la madurez, lo que ha provocado curvas de exceso y escases de la materia prima a través de la historia. Esta situación afectó de manera directa al comportamiento del precio del agave, presentando variaciones de entre 50 centavos a 15 pesos por kilo, dependiendo de la época que se trate, a continuación presento un cuadro comparativo de precios que va desde los 60's hasta los 90's, ya que a partir del 2000 el precio se ha sostenido en alrededor de 2 pesos por kilo.

<sup>5</sup> «Estadísticas de Agave», s.f., desde <http://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

**Gráfica 2. Comparativo disponibilidad de agave, demanda de tequila y precio de agave<sup>6</sup>**



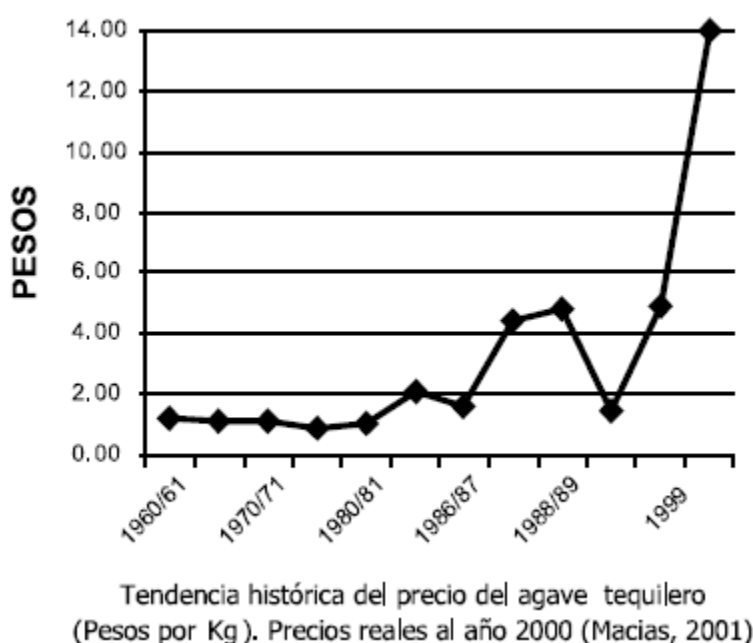
- Los ciclos históricos del Agave **no han estado equilibrados con la demanda de Tequila.**
- Recurrentemente, y de manera más acentuada en la última década, los excedentes y faltantes de agave han ocasionado **trastornos en los mercados del Tequila**, llevando a muchos industriales a optar por una integración vertical cada vez mayor hacia su suministro de Agave.
- El precio del agave entre 1996 y 2005 ha tenido fluctuaciones dramáticas: hasta de **1,500% en un año.**

Desafortunadamente los productores de agave no han podido planear la producción de manera sistemática, ordenada y en conjunto con la industria, esta situación genera las curvas tan pronunciadas que se muestran en la gráfica anterior, puesto que en tiempos en donde hay escasos de agave y por consecuencia el precio sube, los agricultores plantan agave como prioridad económica, incluso por encima de la siembra de maíz y cuando es tiempo de sobre producción y el precio baja dramáticamente los agricultores no quieren saber nada de cultivos de agave por incosteables.

<sup>6</sup> {Página 22 presentación del CRT} Creación y uso de las denominaciones de origen e indicaciones geográficas en el sector Agroindustrial, octubre 2009

El problema de todo esto es que una vez más, se les olvida que la cosecha del agave no es menor a 7 años después de establecida, entonces el mejor tiempo para plantar es cuando hay sobre producción, porque de acuerdo a la curva que existe, en 7 años habrá escases, si esto se pudiera planear los precios podrían regularizarse y habría un equilibrio agronómico en los cultivos de las zonas de la DOT.

**Gráfica 3. Incremento del precio del agave, tendencia histórica<sup>7</sup>**



La variabilidad que ha existido en el precio del agave sobre todo en los 90's provocó conflictos sociales que detonaron tomas por la fuerza de fábricas de tequila, secuestro de camiones cargados de agave y propiedad de las grandes empresas productoras, de hecho los conflictos de los años noventa con el Barzón del agave 1995-1999 influyeron en las estrategias de las grandes firmas tequileras cuando entonces buscaron nuevos ambientes de inversión, contratando tierras en Autlán, Jalisco o zona Sur y en otros estados.

<sup>7</sup>«Seminario Internacional del Tequila», desde [http://www.agavetequil-ana.com/wordpress/wp-content/uploads/2008/02/ext\\_valenzuela.pdf/](http://www.agavetequil-ana.com/wordpress/wp-content/uploads/2008/02/ext_valenzuela.pdf/)

En la mayoría de los casos con condiciones climáticas sub-óptimas por temperaturas cálidas nocturnas, que desfavorecen la concentración de azúcares en el agave y con problemas persistentes de plagas y enfermedades.<sup>8</sup>

Esta situación generó que en tanto que los precios de garantía y los subsidios estatales al cultivo del maíz se derrumbaban, el precio del agave iba en constante aumento, constituyendo el escenario propicio para el cambio masivo de los cultivos de las parcelas de la región, el problema es que los productores perdían de vista el tiempo para que una planta de agave madure y pueda ser cosechada.

Para 1984 las parcelas y potreros de la región se comenzaron a poblar de agave, los buenos precios de este cultivo constituían entonces el “oro azul” para los campesinos, incluso el economista Alejandro Macías comento:

En 1985 el precio del agave se había incrementado más de 26 veces respecto al que regía en 1981, y a partir de entonces los incrementos han sido altos. Sin embargo sería erróneo concluir que estos aumentos han mejorado las condiciones de los agricultores. Por el contrario aumentos espectaculares se deben a que, en ese tiempo, el país estaba en un proceso de inflación elevada, por lo que en términos reales es posible que incluso haya disminuido su precio real [...] <sup>9</sup>

---
















<sup>8</sup>«La génesis social del Barzón del Agave», desde <http://148.202.18.157/sitios/publicacionesite/ppperiod/espinal/espinalpdf/Espiral17/E121-145.pdf> pag. 25

<sup>9</sup>«Ibid» pag. 9

## 1.2 IMPORTANCIA DEL AGAVE TEQUILANA WEBER VARIEDAD AZUL

Como he comentado, el cultivo de agave tequilana weber variedad azul, se encuentra distribuido en cinco estados de la República Mexicana con 181 municipios protegidos por la Denominación de Origen del Tequila (DOT)<sup>10</sup>, el estado de Jalisco es el principal productor de agave con el 77%, seguido de Nayarit con el 7%, Guanajuato el 6% y por último Michoacán y Tamaulipas tienen el 5% cada uno. Desafortunadamente el CRT no cuenta con información oficial publicada y actualizada, los datos publicados más completos son del 2009 publicados en 2010.

**Tabla 1. La cadena productiva del agave – tequila en números, diciembre 2009<sup>11</sup>**

 Agricultores	17,500
 Hectáreas de agave	90,000
 Agaves	270 millones
 Municipios con agave	171 de 181 protegidos por la DOT,
 Fuente de ingreso para	60,000 familias
 Empresas	150
 IEPS	\$ 2,600 millones de pesos
 Participación de mercado nacional	36 %
 Exportación a mas de 100 países	136 Millones de L.
 Producción total	249 Millones de L.
 Consumo de agave	924,100 Toneladas
 Plantas consumidas	33 millones peso promedio 30 kg.
 Jornales al año	900 mil
 Marcas totales certificadas	1200
 Impulsor del desarrollo rural de la región de Tequila, con la RUTA DEL TEQUILA en el PAISAJE AGAVERO, apoyado con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo.	

<sup>10</sup>«Declaración General de Protección de la Denominación de Origen Tequila», desde [http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/declaracion\\_general\\_de\\_proteccion\\_de\\_la\\_denomina11?page=1\\_pag2](http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/declaracion_general_de_proteccion_de_la_denomina11?page=1_pag2)

<sup>11</sup>«La denominación de origen tequila y su consejo regulador» de [http://www.impi.gob.mx/work/sites/IMPI/resources/LocalContent/2372/2/5\\_Tequila.pdf](http://www.impi.gob.mx/work/sites/IMPI/resources/LocalContent/2372/2/5_Tequila.pdf) pag.18/

Se tienen publicaciones de esta misma información al mes de octubre de 2009 y el saldo de agave era de 413 millones de plantas, lo que representa un 35% de diferencia equivalente a 143 millones de plantas, cuando el consumo estimado anual es aproximadamente de 35 millones de plantas de agave.

La actualización de la información es mediante los inventarios físicos que cada productor hace y actualiza en la base de datos del CRT, sin embargo a pesar de lo cuantioso en términos económicos y la importancia en la generación de empleos y bienestar significa, no existen mecanismos de monitoreo en los campos de agave de la industria, de hecho cuando por algún evento extraordinario como plaga, inundación, incendio, etc., destruye un plantío que es propiedad de un pequeño agricultor, este no reporta su baja al directorio de registro que el CRT administra, lo que en todo caso podría desembocar en falta de precisión en la información.

Como lo menciono en el capítulo anterior, el consumo de agave para producción de tequila ha variado en los últimos 15 años con un incremento en el uso de materia prima en el periodo 1995-1999, sin embargo en el periodo 2000-2003 se registró un descenso en el consumo asociado principalmente a la escasez de agave, debido a esto la introducción de tequila perdió participación en los mercados por un equivalente a los 250 millones de litros, con un valor aproximado de 700 millones de dólares.<sup>12</sup> Esta situación originó que el mercado se viera afectado por bebidas apócrifas ofrecidas por el sector informal en México y el extranjero.

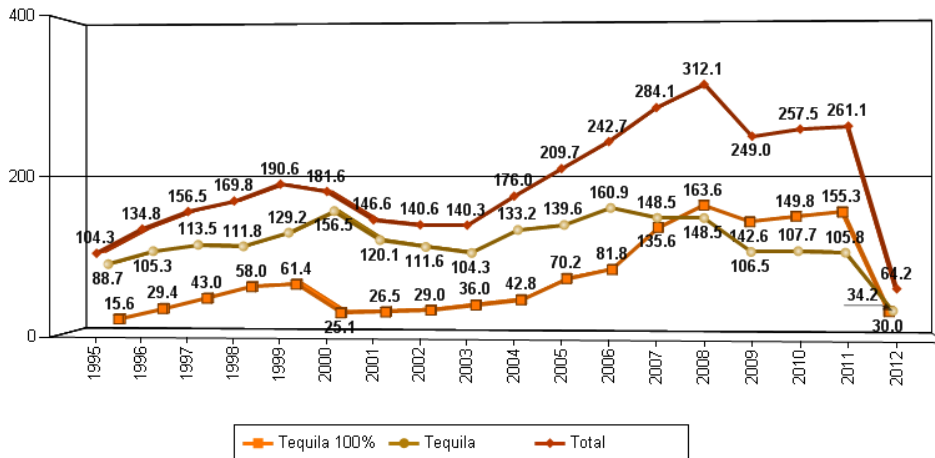
---

<sup>12</sup> Hilda Rodríguez Rebollar, *op. cit.*

Sin embargo a partir del 2004 el comercio de agave nuevamente inició su recuperación, y fue en el 2008 cuando fue la producción record de tequila, con un total de 312.1 millones de litros en volumen expresado en 40% alcohol originado principalmente por la exportación a Estados Unidos y la Unión Europea como principales importadores. La siguiente gráfica muestra la producción de tequila del año 1995 a enero del 2012.

**Gráfica 4. Producción Total: Tequila y Tequila 100%** <sup>13</sup>

Volúmenes expresados a 40% Alc. Vol. millones de litros



	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tequila 100%	15.6	29.4	43.0	58.0	61.4	25.1	26.5	29.0	36.0	42.8	70.2	81.8	135.6	148.5	142.6	107.7	105.8	30.0
Tequila	88.7	105.3	113.5	111.8	129.2	156.5	120.1	111.6	104.3	133.2	139.6	160.9	148.5	148.5	106.5	107.7	105.8	34.2
Total	104.3	134.8	156.5	169.8	190.6	181.6	146.6	140.6	140.3	176.0	209.7	242.7	284.1	312.1	249.0	257.5	261.1	64.2

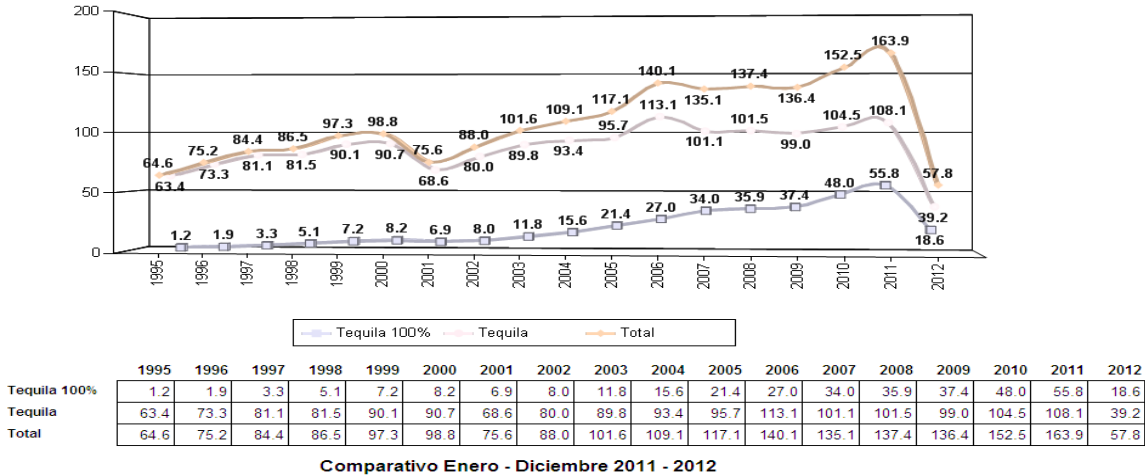
Comparativo Enero - Diciembre 2011 - 2012

El 2008 fue el año record de producción de tequila y tequila y se debe en gran medida al incremento en las exportaciones, mismas que detallo más adelante en una gráfica. La siguiente gráfica incluye las exportaciones por categoría de tequila y tequila 100% de agave.

<sup>13</sup> «Producción total tequila y tequila 100%», s.f., desde <http://www.crt.org.mx//EstadisticasCRTweb/>

**Gráfica 5. Exportaciones por categoría Tequila y Tequila 100%**

Volúmenes expresados a 40% Alc. Vol. millones de litros



**Tabla 2. Exportaciones de tequila y tequila 100% del 01 de enero al 31 de diciembre del 2011**

<b>País</b>	<b>Litros 40 % Alc. Vol</b>
<b>ESTADOS UNIDOS DE AMERICA</b>	<b>124,868,003</b>
<b>ALEMANIA</b>	<b>6,455,723</b>
<b>ESPAÑA</b>	<b>4,320,616</b>
<b>FRANCIA</b>	<b>3,727,637</b>
<b>CANADA</b>	<b>3,384,811</b>
<b>RUSIA</b>	<b>2,042,143</b>
<b>REINO UNIDO DE LA GRAN BRETAÑA E IRLANDA DEL NORTE</b>	<b>1,837,743</b>
<b>OTROS PAISES (80)</b>	<b>5,097,523</b>
<b>PANAMA</b>	<b>1,543,653</b>
<b>BRASIL</b>	<b>1,302,241</b>
<b>JAPON</b>	<b>1,286,058</b>
<b>SINGAPUR</b>	<b>940,405</b>
<b>CHILE</b>	<b>937,038</b>
<b>AUSTRALIA</b>	<b>824,751</b>
<b>SUDAFRICA</b>	<b>810,199</b>
<b>MEXICO</b>	<b>610,568</b>
<b>GRECIA</b>	<b>549,390</b>
<b>ITALIA</b>	<b>528,459</b>
<b>EMIRATOS ARABES UNIDOS</b>	<b>514,065</b>

El tequila se clasifica de acuerdo a la NOM-006<sup>14</sup> en las siguientes categorías:

- Tequila; requiere un mínimo del 51% de azúcar de agave Tequilana Weber variedad azul y el 49% de otros azúcares
- Tequila 100%; tal como lo dice su nombre se requiere que el total de azúcar para su elaboración provenga del uso de agave Tequilana Weber variedad azul

Adicionalmente existe la clasificación por clase de Tequila que va desde el Blanco, Joven, Reposado, Añejo y Extra Añejo. Cada clase corresponde a una mezcla físico - química especificada en la norma para lo cual se requiere de la utilización de barricas de madera para lograr esos cambios en su composición.

### **1.3 PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL AGAVE TEQUILERO**

El agave como cualquier otro cultivo presenta plagas, enfermedades y malezas, que afectan directa o indirectamente su calidad dependiendo del estado fenológico de la planta, inoculo e individuos presentes. Algunas plagas no sólo causan daños directos a las plantas sino que además favorecen la entrada de organismos fitopatógenos que acentúan las pérdidas económicas por que la planta normalmente no se desarrolla o en muchos casos muere, en una entrevista con un funcionario del CRT argumentó que las pérdidas por plagas en los últimos 3 años han sido del orden de los mil millones de pesos, 750 millones entre las tequileras mas grandes (Cuervo, Sauza, Herradura, Patrón, Don Julio).

Entre las plagas más comunes y peligrosas se encuentran las rizófagas (se alimentan de raíces), barrenadoras (picudo) y del follaje (algunas moscas), entre las rizófagas más comunes son las conocidas popularmente como “gallinas ciegas” y pueden afectar de manera significativa el agave y otros cultivos.

---

<sup>14</sup> «NOM-006-SCFI-2005.pdf», s.f., 8, desde <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-006-SCFI-2005.pdf> .

En el caso de las barrenadoras, este grupo incluye insectos cuyas larvas perforan la planta y se alimentan de ella, provocando la muerte del área afectada y después la muerte total, para el agave el más peligroso es el conocido como rinoceronte o comúnmente llamado picudo del agave. Otro tipo de insectos son el piojo harinoso, la chinche de agave y varias especies de chapulines, sin embargo no son tan peligrosas por lo que se consideran como secundarios.

Además de los insectos plaga antes mencionados, existen problemas por enfermedades provocadas por factores físicos (heladas, exceso o carencia de humedad en el suelo, oxígeno inadecuado en el suelo y granizadas), así como factores químicos como desbalances nutrimentales que provocan deficiencias de elementos nutritivos a las plantas, incluso la presencia del picudo fomenta que por la herida o barreno deje organismos dañinos entren a la planta de agave, es conveniente aclarar que mientras las larvas afectan hacia adentro de las plantas, los adultos se encuentran en la base de las hojas, en el cogollo, en la raíz principal y dependiendo el nivel de plaga llegan a afectar el área floral, todo esto provoca daño grave a la planta que en un periodo de entre 3 y 6 meses puede provocar la muerte del agave manifestándose como si la planta se hubiera podrido por una madurez excesiva.<sup>15</sup>

Por otra parte existen enfermedades causadas por microorganismos como la mancha gris, mancha anular, marchitez del agave (asociada a *Fusarium*) y la pudrición del cogollo, la cual se relaciona a bacterias como *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas*.

---

<sup>15</sup> Llamas Navarro Jorge A, «La política del agave», en 1999, s.f., 21 pag 13.

Además de los estudios realizados con hongos y bacterias en el género agave existe el grupo de los nematodos con especies fitopatógenas o transmisoras de enfermedades.<sup>16</sup>

#### **1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA AGAVERA**

Históricamente el manejo del agave ha sido de manera rústica y poco ordenado, esto en el sentido estricto de la administración y control de las plantaciones, no solo respecto a la existencia de las mismas, sino a la definición y diagnóstico del estado fitosanitario y agronómico que guardan, esto es muy claro al observar que la estimación de existencia de plantas de agave del mes de diciembre del 2009 cambia significativamente respecto de la información presentada en octubre del mismo año, en donde existe una disminución del 35% unas 143 millones de plantas. Esta situación indica que no existe actualmente una metodología establecida de monitoreo y control de las plantaciones de agave en la industria, y que por consecuencia no se tiene información confiable y oportuna de la situación de las plantaciones de agave.

A partir de que se identificaron estas diferencias en las plantaciones de agave toda la industria organizada a través del CRT han iniciado con el denominado “Proyecto estratégico para el ordenamiento de la cadena Agave Tequila”, este proyecto cuenta con cinco ejes estratégicos:<sup>17</sup>

1. Manejo fitosanitario.- para la realización de acciones para atacar y prevenir plagas y enfermedades.

---

<sup>16</sup> Hilda Rodríguez Rebollar, *op. cit pag 21 a 22.*

<sup>17</sup> «Proyecto estratégico para el ordenamiento de la cadena Agave Tequila», s.f., desde <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/jalisco/boletines/2012/enero/Documents/B0062012.pdf/>

2. Investigación y Transferencia Tecnológica.- Realización de estudios e investigaciones acompañados de paquetes tecnológicos.
3. Marco Jurídico y Normalización.- Para contar con un solo Reglamento Interno para el Productor de Agave Registrado en la Denominación de Origen del Tequila (DOT).
4. Información, Capacitación y Asistencia Técnica.- Dotar al productor con lo más nuevo en tecnologías y capacitaciones del sector.
5. Acceso y Promoción a Mercados.- Ingresar a nuevos mercados en México y el mundo.

Algunos periódicos comentaron respecto a la implementación de este proyecto y del censo de agave realizado justo para identificar la situación real del inventario de agave en la industria;

La sacudida que viene El Consejo Regulador del Tequila presentará el censo del agave, que según algunos tequileros lleva un avance superior al 90 por ciento, en los próximos días. Sin embargo, los propios especialistas aseguran que en la zona de Denominación de Origen existen aproximadamente 135 millones de plantas lo que significa para ellos que será insuficiente para cubrir la demanda total del sector<sup>18</sup>

Para el 2012 será más complicado que este año mantener la producción de agave. Datos de la delegación Jalisco de la Secretaría de Agricultura indican que sólo se obtendrían 17 millones de plantas, contra 30 millones de este 2011.

---

<sup>18</sup> Jorge Velazco, «Aprieta Agave a los tequileros», en *Mural (Guadalajara, Jalisco, Mexico)*, 5 de junio de 2000.

Juan Antonio González, delegado de la dependencia, explicó que esto se debe en parte a las mermas que generó la plaga del picudo en algunos plantíos, así como al precio de los hijuelos, que se cotizan más caros que el kilo de agave ya cosechado<sup>19</sup>

La intención en este trabajo es enfocarnos en los puntos 1 y 2 anteriores por que son los que más afectan o por lo menos directamente al agave. En años recientes hubo intentos de uso de la tecnología para obtener información que fuera confiable pero sobre todo oportuna, se consideraron proyectos de fotos satelitales con identificación de manchas de agave, esta opción fue novedosa en su tiempo y trajo algunas ventajas como el identificar los municipios que contaban con agave, sin embargo el problema de esta metodología es que solo proporciona información global, es decir, mediante una ecuación se puede definir el número de plantas de agave o de hectáreas utilizadas en una región determinada, sin embargo no se puede identificar quien es el propietario, ya que las parcelas normalmente son divididas por lienzos y el agave establecido en ellos puede ser o no del mismo propietario. Otro de los inconvenientes es que la información generada es una fotografía del lugar que se trate y para saber cuál ha sido el comportamiento de ese lugar tienen que tomarse tantas fotos como información se quiera, algo razonable diría que por lo menos debiera tenerse esta información de manera mensual, el costo de cada foto es de aproximadamente 500 dólares.

Adicional a lo anterior, la foto satelital no puede identificar cual es el estado fitosanitario y agronómico de cada parcela, es decir, no genera información de plagas, enfermedades, desarrollo del agave, presencia de alguna anomalía en la que deba prestarse atención diferente a si fuera un desarrollo normal.

---

<sup>19</sup> Jaime Barrera, «Avanza plaga en maguey», en *Reforma (Ciudad de México, Distrito Federal, México)*, 14 de diciembre de 2011.

En este sentido es importante mencionar que por las características de largo tiempo de maduración de esta planta, la oportunidad en la detección de alguna anomalía es sumamente importante, imaginemos que la planta tiene una edad de 4 años y se presenta una plaga de picudo que no es detectada oportunamente, invade el predio y daña de tal forma el agave que no logra sobrevivir, se perdería una plantación de 4 años en donde se invirtieron recursos económicos sin recibir el producto de la cosecha y lo que es más grave, no se tendría la materia prima planeada para la elaboración de tequila para dentro de 3 años, como mencionamos en el capítulo anterior, la falta de agave provocó en el pasado pérdidas millonarias a la industria del tequila e incluso pérdida de marcas completas que no resistieron el embate del incremento de precios por la escases que se presentó.

Con la finalidad de darle mantenimiento al inventario, el CRT acordó con los integrantes de la industria, llevar a cabo las siguientes acciones:<sup>20</sup>

- Realizar un mantenimiento del inventario a través del registro anual de plantaciones y actualización de saldos.
- Realizar monitoreo de enfermedades sistemáticamente (verificando la evolución de la enfermedad) y reforzar la estrategia de manejo.
- Valorar una estimación (muestra) en los estados de Tamaulipas, Michoacán y Guanajuato.
- Implementar mecanismo de actualización del inventario que permitan descontar agave destinado a usos distintos a la producción de tequila.

---

<sup>20</sup> Op cit pag 7 desde <http://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

El primer punto sugiere el mantenimiento del inventario de la industria a través del registro anual de plantaciones y se refiere específicamente a las nuevas plantaciones que año con año se generan deben registrarse ante el CRT una vez cumpliendo todos los requisitos internos del organismo, sin embargo se trata únicamente de la capa mas reciente del inventario, me parece correcto que sea de manera anual por esta ocasión puesto que se hace una vez que el ciclo de plantación termina.

El segundo punto es sumamente importante por lo peligroso que pueden llegar a ser las enfermedades y que mencionamos en este trabajo, sin embargo el CRT solo habla de realizar un monitoreo de enfermedades sistemáticamente, pero no define la metodología sobre todo considerando que existen plantaciones de productores independientes en medio de plantaciones de empresas grandes y que no tienen los recursos e infraestructura para llevar a cabo esta actividad, en todo caso pudiera hacerlo el propio CRT pero esta institución vive de las cuotas de las empresas de la industria del agave y del tequila.

Respecto al punto tres, el CRT considera importante saber la situación real del agave en estos estados porque a pesar de no tener un porcentaje importante del inventario de la industria, pueden ser opciones de crecimiento por sus características de clima y que hasta hoy se trata de zonas libres de enfermedades y con plagas relativamente controladas, sin embargo lo que me parece importante es una vez más evaluar que no existe una metodología establecida y probada de monitoreo del agave que la industria utilice.

El último punto se refiere a que cuando las plantaciones son nuevas, los productores están obligados a registrar la plantación y la manera de dar de baja la misma, es con la documentación de la cosecha (jima) que reciben las fábricas de tequila, sin embargo cuando el agave se destina a otro uso no existe la formalidad para darlas de baja, esta situación podría regularizarse con un sistema de monitoreo y control en el campo.

Además de los temas de enfermedades y plagas en el agave deben considerarse eventos de la naturaleza en donde el hombre no puede planear o prevenir de manera total que sucedan, ya que por tratarse de un inventario de materia prima que se mantiene de 7 a 9 años al aire libre, las plantas de agave son susceptibles a los embates de las heladas, inundaciones, incendios e incluso a ser atacadas por animales como ganado vacuno o bobino, como ejemplo tenemos las siguientes publicaciones de periódicos:

El agave azul que sembraron los hermanos García Ochoa quedó negro y echado a perder después de las inundaciones que afectaron sus terrenos en San Martín de Zula, municipio de Ocotlán. Esto sin contar también sus parcelas donde tenían sembrado sorgo y maíz. Las plantas tenían seis meses de haberse sembrado, y miles de horas de cuidado, pero tan sólo unos días de lluvia y unos instantes del desbordamiento del río Zula acabaron por completo con sus cosechas<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> «Pierden cultivos de agave en Ocotlán», s.f., desde <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsnba&AN=10A02EB2E3086E65&es&site=eds-live&scope=cite> .

Los productores de tequila manifestaron su preocupación por el avance de la plaga conocida como "furgosis fulminante" que afecta al maguey y amenaza la producción y exportación del agave. René Beas, representante de los barzonistas agaveros ante el Consejo Regulador del Tequila, estima que la plaga ha afectado ya 400 hectáreas tan sólo en estos tres municipios, causando pérdidas económicas por más de 59 millones de pesos.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Jaime Barrera, *op. cit.*

# **CAPÍTULO II**

## **DIAGNOSTICO Y PROBLEMÁTICA**

## INTRODUCCION

Durante los últimos años la industria del Agave incluyendo a la Compañía han sufrido pérdidas importantes por la muerte de plantas a causa de enfermedades y cultivos abandonados que provocan la creación y propagación de plagas en predios de ... Compañía y de la Competencia, respecto al tema de las enfermedades se sigue investigando para encontrar su cura pero al día de hoy no se tienen resultados en ese sentido y el tema de plagas se puede controlar con ciertas medidas de aplicaciones reguladas, movimiento de tierras y otros. Lo que tenemos que considerar es que las enfermedades, las plagas y cualquier contingencia que impida el desarrollo normal del Agave es que independientemente que se pueda curar o controlar, se tiene primero que detectar con la oportunidad suficiente la irregularidad, porque dependiendo el tipo de problema, el tiempo de reacción puede ser sumamente limitado. El tema de enfermedades y plagas no está dentro del alcance de este trabajo.

No solo se trata de la oportunidad de detección de irregularidades, debe contemplarse que estas situaciones se presentan en más de 20 mil hectáreas distribuidas en los municipios de la denominación de origen, que la empresa utiliza más de 200 tractores que tienen que moverlos de predio a predio, utilizarlos, darles mantenimiento, resguardarlos, etc., y que para el trabajo operativo se da empleo a más de 2,000 personas de campo supervisadas por aproximadamente 70 supervisores de campo. Todo esto entonces indica que se requiere de una metodología de monitoreo que sea relativamente práctica, que de un resultado confiable, oportuno y que el costo beneficio por el resultado y la inversión de recursos arroje un saldo favorable e incentive su uso, adecuación y optimización con el paso del tiempo

Es cierto que en la Compañía se llevan a cabo las operaciones de mantenimiento y conservación del Agave de manera periódica y que relativamente se visitan todos los predios con cierta frecuencia, pero no existe una metodología específica diseñada para la detección de eventos atípicos que requieran de una gestión operativa inmediata, debe incluirse este proceso como parte de las actividades rutinarias del personal operativo, la metodología debe ser formal, documentalmente soportada, replicable, revisable y sobre todo consistente con el objetivo que se desea mitigar, que es la detección oportuna de irregularidades en el cultivo del Agave para la gestión operativa o la toma de decisiones acerca del cultivo del Agave.

## **2.1 HISTORIA DE JOSE CUERVO<sup>23</sup>**

Jose Cuervo nació antes de que México fuera México y a través de diez generaciones de prestigio, tradición e historia tequilera, se fue consolidando hasta llegar a ser la empresa productora de tequila número uno del mundo. Fue en 1758 cuando inició la historia de Jose Cuervo, a finales del reinado de Fernando VI, Don José Antonio Cuervo y Valdés obtuvo la propiedad de tierras en Tequila, Jalisco; en 1781, Vicente Albino Rojas denomina La Rojeña a su planta productora de tequila donde actualmente se sigue produciendo el tequila mexicano de mayor tradición y abolengo alrededor del mundo. Este conjunto de tierras, para 1849, se convierte en una de las diez más importantes fábricas de vino mezcal en la jurisdicción de Tequila. Para 1868 ya se contaba con tres millones de mezcales sembrados en sus tierras.

---

<sup>23</sup> «Pagina web» <http://www.josecuervo.com.mx/>

En nuestros días, La Rojeña muestra crecimiento importante y sostenido y sigue siendo un claro ejemplo de compromiso y calidad con ellos mismos y con la sociedad, para poder brindar el mejor tequila por cientos de años más. Fue Jose Cuervo y Labastida, gran empresario, benefactor de Tequila y fundador de la actual Casa Cuervo, quien logró iniciar la expansión tanto en el mercado interno como en el de exportación de los tequilas de Jose Cuervo. Desde entonces la empresa ha sido parte de un largo linaje y más de 250 años de tradición tequilera.

Actualmente Casa Cuervo es la más antigua y prestigiada industria del tequila a nivel mundial; es la empresa productora y comercializadora de tequila número uno del mundo, número uno en ventas de tequila en México y número 4 del mundo en el ranking mundial de bebidas alcohólicas, teniendo presencia en más de 100 países.

Durante los más de 250 años de historia, en Jose Cuervo se han caracterizado por la valoración del campo mexicano, el respecto a la tradición y el fortalecimiento de sus marcas. La frase que utiliza el presidente del consejo de administración que es ya institucional en la empresa es, “Del agave hemos recibido la fuerza y a la tierra se la devolveremos”. Esta compañía es una agroindustria que busca la calidad en el campo, en la producción, en el envasado, en la exportación.

Los campos de agave de Jose Cuervo, gracias a la tecnología agroindustrial desarrollada, son tomados hoy día como modelo y referencia por otros productores del ramo. Además en Jose Cuervo se ha promovido a través de la Cámara Nacional de la Industria Tequilera, el diseño de una copa de cristal especial para el consumo de tequila, misma que fue diseñada ex profeso por una compañía austriaca y lanzada oficialmente por Casa Cuervo en su fiesta de octubre de 2002.

El liderazgo que distingue a Jose Cuervo ha sido reconocido con importantes premios nacionales e internacionales, como el Premio Nacional de Calidad, Premio Nacional de Exportación, Premio Jalisco de Calidad y Best Employers como uno de los mejores empleadores de América Latina.

En términos de responsabilidad social, la Fundación Jose Cuervo A.C. fue creada el 24 de febrero de 1998, por don Juan Beckmann Vidal, presidente Corporativo de Jose Cuervo, continuando de esta manera la centenaria tradición filantrópica de Casa Cuervo, que se remonta a sus fundadores, hace mas de 250 año, hasta nuestros días. Baste mencionar, a manera de ejemplo, la donación de un terreno que José Cuervo hizo al pueblo de Tequila, el 5 de noviembre de 1920 para la creación de un cementerio donde, como consta en su testamento, se diera albergue y preferencia de manera gratuita a los difuntos de las familias más pobres.

En la actualidad la Fundación Jose Cuervo cumple su misión de contribuir a elevar la calidad de vida de las comunidades que se hallan en el entorno de las empresas de Jose Cuervo, atendiendo a las principales demandas de los diversos sectores de la sociedad: familia, mujer, jóvenes, niños y adultos mayores. Así, tanto en Tequila como en la Laja, donde se ubican las destilerías de Jose Cuervo, aplica su Modelo Integral de Desarrollo Local (MIDL) implementando proyectos productivos, dando apoyo a diversas instituciones, desarrollando programas de desarrollo humano y promoviendo variadas iniciativas de difusión cultural.

De esta manera, la Fundación Jose Cuervo no solo impulsa la práctica de los valores que dignifican al ser humano, sino también el bienestar económico de las familias y la profesionalización de varias instituciones sociales que prestan servicios, especialmente de salud, educación y vivienda.

Además por su contribución social y por sus acciones directas, la Fundación Jose Cuervo es ejemplo como Empresa Socialmente Responsable (ESR). Y en ese marco actúa, ensanchando los cauces del compromiso de la empresa con sus comunidades y con sus diversos grupos de interés.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD AGAVERA DE JOSE CUERVO**

Como se ha comentado, la materia prima fundamental para la elaboración del tequila, es precisamente el agave, materia prima que debido a una mala administración, planeación y organización de la industria existen curvas de sobre producción y curvas de escasas por lo que depender de esas tendencias genera incertidumbre en el abastecimiento e incrementos importantes en el precio de la planta.

Esta situación ayudó a que la Compañía decidiera integrarse en la cadena Agave-Tequila y crear su propia unidad agrícola para depender en la menor forma posible de terceros, no obstante lo anterior la empresa sigue haciendo compromisos sociales con agricultores pequeños y con miembros del barzón, para en la medida de lo posible mantener en orden cualquier levantamiento social de agricultores que pretendan abusar de la materia prima en tiempos de escasas.

La empresa es líder en la industria tequilera en el mundo y la empresa agrícola no es la excepción, ya que cuenta con cerca del 25% del total del inventario de agave de la industria, unos 50 millones de plantas, este agave se encuentra establecido en 4 de los estados de la DOT, principalmente en el estado de Jalisco con el 75%, seguido por Nayarit 20%, y por último Guanajuato y Michoacán ambos con el 5%. Para el establecimiento de estas plantas de agave la empresa tiene en renta aproximadamente 20 mil hectáreas, un 22% del total de hectáreas ocupadas por la industria.

Estas cifras nos dejan ver claramente la importancia e influencia que se tiene como parte de la industria del agave, incluso formando parte importante en las decisiones y propuestas hechas en la CRT.

También es importante mencionar que la empresa proporciona más de 2 mil empleos directos a trabajadores del campo dedicados al mantenimiento y conservación del agave y cerca de mil empleos directos a la gente dedicada a la cosecha (jima) del agave, prácticamente todo el personal es jefe de familia por lo que claramente podemos considerar que se trata de beneficio social, económico y cultural a 3 mil familias del campo.

Por otro lado en el negocio agrícola de Jose Cuervo trabajan de manera directa como empleados de confianza 100 personas que en su mayoría son los encargados de la supervisión y dirección de las actividades en campo, se trata de jefes de área, gerentes de zona, encargados de los departamentos de apoyo como investigación, legal, compras, cartografía y finanzas, además de tener contratados servicios de apoyo con médicos en cada una de las zonas, asesores legales en el ámbito laboral, asesores financieros, asesores en tecnología de información y personal subcontratado para proyectos especiales temporales.

La unidad agrícola tiene relación directa con más de 200 proveedores de bienes y servicios que se encuentran en su mayoría ubicados en las zonas rurales cercanas a las plantaciones, lo que provoca que la economía de esos lugares tenga actividad para que ellos a su vez generen empleos y pueda desencadenar esta sinergia en el bienestar social y económico de todos los involucrados.

Las plantaciones de la compañía están ubicadas normalmente en lugares que son propicios para el cultivo del agave, aunque independientemente de los antecedentes de la tierra, se cuenta con un departamento de investigación y laboratorio que se dedica principalmente a la evaluación técnica de las tierras, en donde se evalúan temas como el PH del suelo, cantidad de microorganismos, análisis de productividad fisiológica, etc., asimismo se cuenta con un departamento de cartografía que evalúa los riesgos por temas de inundaciones, deslaves, falta de lluvia y desforestación entre otros.

Por tratarse de tierras arrendadas para el establecimiento de las plantaciones de agave, resulta muy difícil encontrar tierras que se encuentren cercanas entre sí, incluso en zonas como Nayarit y Autlán, se tienen gran cantidad de predios por sus pequeñas dimensiones.

Para poder llegar a las tierras en donde se tiene establecido agave, deben recorrerse grandes distancias por carreteras federales que en muchas ocasiones no se encuentran en su mejor estado, pero eso no es todo, también tienen que utilizarse caminos locales de terracería o en el mejor de los casos empedrados que se encuentran en malas condiciones o que fueron dañados seriamente por la temporada de lluvia inmediata anterior, en relación a este tema vale decir que los vehículos que utiliza la empresa son de doble tracción y con motores de gran potencia. Existen localidades en las que el tiempo de transporte del personal para atención de los predios es de un promedio de 4 horas en el recorrido de ida y otro tanto para el de vuelta, esta situación limita las visitas a la totalidad de los predios de manera constante y recurrente.

Para llevar a cabo las actividades en el campo, la empresa realiza inversiones en maquinaria y equipo por montos y número de equipos considerables, al cierre del 2012 cuenta con más de 300 tractores agrícolas acondicionados con los principales implementos para operar las tierras, como son rastras, cuchillas, remolques, aspersores, arados, etc., asimismo cuenta con una flotilla de 180 camionetas equipadas con doble tracción y algunas con caja tipo ganadera para transportar implementos agrícolas, mochilas aspersores, algunos materiales de aplicación como fertilizantes, herbicidas, insecticidas, etc.

El paquete tecnológico utilizado se define de acuerdo a la edad del inventario y la zona geográfica en donde se encuentre, planeando las actividades tomando como referencia la época del año, es decir, algunas actividades como fertilización y plantación se realizan antes del temporal de lluvias, el manejo de maleza se hace pasando el temporal de lluvias y las tomas físicas del inventario se llevan a cabo entre los meses de octubre a diciembre de cada año.

### **2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA EMPRESA <sup>24</sup>**

La empresa a pesar de pertenecer a un corporativo familiar, se conduce con principios institucionales tanto a nivel operativo como a nivel de gobierno corporativo, tiene definidas claramente las políticas y procedimientos, se ha implementado el SAP (Sistemas Aplicaciones y Productos) como sistema integral de contabilidad y operación y por el lado operativo se cuenta con maquinaria y equipo agrícola en número de unidades y capacidad suficiente para atender las 20 mil hectáreas aproximadamente en donde se tiene establecido el agave de su propiedad.

---

<sup>24</sup> Información interna de elaboración persona.

La planeación del paquete tecnológico se lleva a cabo de forma anual y considera las diferentes estaciones climatológicas del año, esta planeación se elabora dividiendo en 6 zonas geográficas la totalidad del agave, las zonas están diseñadas estratégicamente precisamente por la ubicación de las plantaciones. Cada predio es visitado en la época del año en que corresponda la actividad a realizarse y dependiendo de la edad del agave puede tener más de 1 actividad en el año y ser visitado en las mismas ocasiones.

Para efectos de asegurarse de la existencia del agave la compañía lleva a cabo una vez al año entre los meses de octubre a diciembre una toma física de inventarios, para lo cual se selecciona el 25% del total de las plantaciones con la finalidad de que en 4 años sean contados todos y cada uno de los predios. Esta actividad la llevan a cabo en promedio 350 personas que laboran en el campo y 30 supervisores de operación, se forman equipos de 10 gentes para cada predio, aunque dependiendo de las dimensiones del predio pueden llegar a ser de hasta 20 personas. Cada equipo de trabajo debe tener camionetas para trasladarse, camionetas para supervisar las actividades, implementos agrícolas, renta de casas para evitar el tiempo de traslado del personal, comidas en el campo y pago de jornales extraordinarios por laborar fines de semana.

El conteo físico del agave en su conjunto tiene un costo de aproximadamente 4 millones de pesos y se lleva a cabo caminando todo el predio y contando planta de agave por planta de agave, se hace un conteo doble cruzado en donde al final se concilian ambos resultados y en caso de variación se procede a un tercer conteo, mismo que realiza personal diferente al que participó en los dos primeros, para el control de esta actividad se llena un formato a mano por el contador de agave (así se identifica a la persona que lleva el control de los números), este formato se compulsa con las dos tomas realizadas y una vez conciliado se hace un vaciado de la información a Excel para su concentración por encargado y posterior captura en el sistema. Observemos que en este proceso intervienen actividades de registro manual que son altamente susceptibles de caer en errores de registro o de captura.

**Formato 1. Hoja de captura manual de inventarios físicos<sup>25</sup>**

HOJA DE INVENTARIOS					HOJA DE INVENTARIOS				
H	Sanas	Enfermas	Poco Desarrollo	Muertas	H	Sanas	Enfermas	Poco Desarrollo	Muertas
1					51				
2					52				
3					53				
4					54				
5					55				
6					56				
7					57				
8					58				
9					59				
10					60				
11					61				
12					62				
13					63				
14					64				
15					65				
16					66				
17					67				
18					68				
19					69				
20					70				
21					71				
22					72				
23					73				
24					74				
25					75				
26					76				
27					77				
28					78				
29					79				
30					80				
31					81				
32					82				
33					83				
34					84				
35					85				
36					86				
37					87				
38					88				
39					89				
40					90				
41					91				
42					92				
43					93				
44					94				
45					95				
46					96				
47					97				
48					98				
49					99				
50					100				

Total Plantas de esta hoja:	Sanas:	Enfermas:	Poco Desarrollo:	Muertas:	TOTAL:
	26				26

* Gran total del inventario (Suma de todas las hojas):	130,045
--	---------

HOJA: 1 DE: 1

<sup>25</sup> Documento de control interno de la compañía.

La información generada en una toma física de agave es razonablemente confiable debido a que se trata de ir contando planta por planta a lo largo de todo el predio, sin embargo no se tiene oportunidad en su generación, ya que en un año pueden ocurrir eventos adversos que lleven a la pérdida patrimonial del inventario, y aún es más riesgo el espera dar la vuelta al 100% de las plantas, recordemos que el conteo anual se realiza solamente al 25% de las plantaciones. Es importante mencionar que la Compañía realiza monitoreo masivo cuando se presenta algún fenómeno natural extraordinario como puede ser alguna inundación, incendios o heladas, sin embargo no se tiene como procedimiento el monitoreo constante independientemente de eventos extraordinarios o no.

El objetivo primordial de la toma física del inventario es asegurarse de la existencia del agave, pero no considera su evaluación agronómica ni su estado fitosanitario y recordemos lo mencionado en los capítulos 1.3. y 1.4., respecto a que en la actualidad se tienen riesgos importantes por concepto de plagas y enfermedades a que se enfrentan los cultivos de agave y sobre todo la severidad del daño que pueden ocasionar estos factores en donde el agave puede incluso morir en un lapso de tiempo menor a un año. Adicionalmente no podemos perder de vista los desastres naturales en donde a pesar de los esfuerzos del hombre, no es posible hacer algo para evitarlos pero si podemos identificar oportunamente el estado de la plantación.

Para llevar a cabo una plantación de agave se requiere principalmente la utilización de un suelo que contenga las propiedades naturales adecuadas para la nutrición y generación de un agave robusto y con gran contenido de azúcar.

También se requiere de la semilla, esta semilla se obtiene del mismo agave debido a que alrededor de la planta madre emergen unas pequeñas plantas llamadas en el medio agavero como los hijuelos, rizomas o plántulas, estas pequeñas plantas de agave mediante una actividad de “desahíje” se extraen de la tierra y se analizan para asegurarse que cubran los requisitos de calidad establecidos por la Compañía. Si el resultado es favorable el hijuelo se somete a un proceso de limpieza, desinfección y preparación para ser plantado.

En condiciones normales las plantas madres de entre 3 y 4 años empiezan a producir hijuelos de mayor calidad, sin embargo cada predio puede presentar características especiales y diferentes uno de otro, es por eso que también se requiere de un monitoreo constante y seguro del comportamiento de los hijuelos, en donde se debe tener la respuesta a por lo menos las preguntas de si hay hijuelos o no, qué cantidad se tiene, de que tamaño se tienen y sobre todo de que calidad se tienen.

El hijuelo es la única manera de poder establecer una plantación comercial de agave, por lo que es fundamental contar con la cantidad y calidad suficientes para poder lograr una plantación exitosa, sin menoscabo de que las actividades post-plantación son también vitales para que la planta se desarrolle y madure de acuerdo a las expectativas.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup>«El agave tequilero una hortaliza ponencia.pdf», pag 19 y 20 s.f., desde <http://yacatzto.org/El%20agave%20tequilero%20una%20hortaliza%20ponencia.pdf> .

## 2.4 DIAGNOSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA

La Compañía no ha estado exenta de los efectos de las plagas y las enfermedades a los que se ha enfrentado la industria en los últimos años, al tratarse de la empresa más importante de la industria tequilera la muerte de agave por estas causas ha impactado negativamente sus resultados. En entrevista con un funcionario del CRT mencionó que durante los últimos 3 años la industria del agave ha tenido pérdidas por plagas y enfermedades por el orden de los mil millones de pesos, 750 millones entre las tequileras más grandes (Cuervo, Sauza, Herradura, Patrón, Don Julio).

Desafortunadamente esta información se conoció hasta el momento en que ya no era posible tomar acciones que llevaran a salvaguardar de alguna manera el Agave, originado en gran medida por la falta de un sistema de monitoreo recurrente que permita conocer la situación del Agave con oportunidad. Algunas de las alternativas para la utilización de agave enfermo o con plaga son producir miel de agave, utilización del agave para composta, destilado de agave y dependiendo de la madurez del agave, puede utilizarse para elaborar tequila, ya que este tipo de bebida puede fabricarse utilizando por lo menos el 51% de azúcar de agave y el resto de otros azúcares.<sup>27</sup>

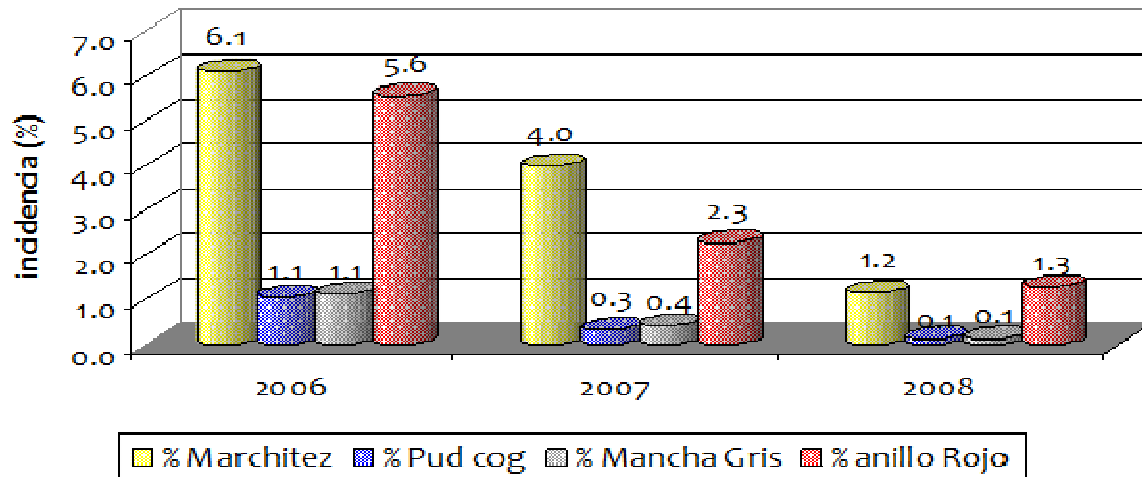
Cuando ninguna de las alternativas comerciales es posible, debe entonces llevarse a cabo un proceso de limpieza agronómica del predio, extrayendo el agave y aplicando las técnicas agrícolas de limpieza del predio para evitar que la pudrición del agave sea un foco de infección y el hábitat ideal de plagas y enfermedades que con el impulso del viento son transmitidas de plantación en plantación llegando a provocar un rifle sanitario de grandes magnitudes.

---

<sup>27</sup>, 8.

El Comité Nacional Sistema Producto Agave Tequilana, A.C., publicó en uno de sus seminarios la siguiente información:<sup>28</sup>

**Gráfica 6. Fitosanidad del Agave**



En la grafica podemos observar como la marchites del agave tiene el grado más alto de incidencia, el problema se acentúa cuando hay sobre-producción de agave. Esto origina el abandono del cultivo y como consecuencia el crecimiento de maleza y plagas que favorece al crecimiento y la severidad de la marchitez, el problema se detecta cuando hay abundancia por que la industria no alcanza a absorber la totalidad de agave plantado y eso permite que se detecte y visualice el problema fitosanitario, a inversa cuando hay escasas, el agave enfermo es procesado por la industria y no es perceptible el grado de enfermedad.

Además de la información sobre la existencia de agave, es necesario tener información de lo siguiente:

<sup>28</sup> COMITE NACIONAL SISTEMA PRODUCTO AGAVE TEQUILANA, AC, *Del Agave*, s.f., sec. Normatividad, desde [http://cnspat.mx/?page\\_id=221](http://cnspat.mx/?page_id=221).

1. Existencia de agave. Actualización razonable y oportuna de la información respecto a la disponibilidad de agave y por todos y cada uno de los predios, identificando las plantas totales, las plantas sanas, plantas enfermas y plantas muertas.
2. Existencia de hijuelos. Relación de los hijuelos por cada una de las plantaciones, identificando el tamaño (calibre) que espera en cada uno de ellos.
3. Estado fitosanitario del agave. Información que incluya no solo el diagnóstico del agave respecto a si está enfermo o sano, sino que en caso de enfermedad además no incluye información del tipo de enfermedad, severidad de la misma y penetración que tiene en el predio.
4. Estado agronómico del agave. Los datos deben incluir la descripción del desarrollo que muestra el agave en cada predio e incluso dentro de cada uno de los lotes, porque por tratarse de un organismo viviente el desarrollo no es homogéneo y consistente en algunas ocasiones.

# **CAPÍTULO III**

## **INVESTIGACION Y EXPERIENCIAS**

## INTRODUCCION

A pesar de que el Agave se tiene plantando desde hace mas de 250 años, no existe documentación científica o de manejo de plantaciones que soporte las actividades que se realizan en este cultivo, seguramente por tratarse de un cultivo limitado a una zona de denominación de origen dentro de la República Mexicana y la longevidad necesaria para alcanzar la madurez necesaria para que pueda ser comercialmente atractiva una planta de Agave, no ha sido formalizada literatura en este sentido, lo que existen son investigaciones aisladas respecto a problemáticas específicas de enfermedades del Agave, manejo de plagas y en general de la problemática política social que gira alrededor de este cultivo.

Para la realización de este trabajo utilicé algunas experiencias que se han tenido en otros cultivos, que si bien se trata de productos que se cosechan a mas tardar en un año, algunas de las metodologías utilizadas son de gran valía para tratarlas de replicar en el modelo de monitoreo del Agave. Me parece que el tema de Agricultura de Precisión sin lugar a dudas representa el estado ideal de una organización en términos de gestión operativa de cualquier producción agrícola, si bien es cierto que esta técnica considera avances científicos de primer orden, también considera la posibilidad de adoptar sus principios y adecuarlos a las necesidades y sobre todo a los recursos del tipo de cultivo, tipo de economía e incluso tipo de empresa en lo particular.

Los principios básicos que no se mencionan literalmente no son otra cosa más que la Planeación de actividades, la ejecución y los procesos y el control que se ejerce para asegurar el buen caminar o regresar a modificar o adecuar una vez más la planeación la ejecución y el control, y así sucesivamente cumplir con un ciclo de proceso, gestión y control operativo en el campo agrícola. Es cierto que toca temas como gestión con uso de la tecnología, por ejemplo la determinación de humedad y de fertilidad de la tierra mediante la toma de imágenes analizadas por una combinación de colores y transparencias, lo cual para un cultivo distribuido en 20 mil hectáreas dispersas una de otra, no es muy viable, pero el principio básico elemental si lo es.

Los cultivos que consideré apropiados para conocer sus metodologías fueron el maíz y el trigo, la caña y la vid. En el caso del maíz y trigo pueden obtenerse cosechas multianuales, lo cual tiene ventajas de bastante número de incidencias y experiencias pero también desventajas porque el tiempo de detección, acción y reacción es muy corto y en muchas ocasiones no se logran cambios rápidos en los resultados. En estas variedades y en las hortalizas se tienen avances científicos incluso a partir de la obtención de la semilla, en donde puede ser fortalecida genéticamente para soportar climas más extremos, menos cantidad de agua o no ser tan susceptibles a enfermar o morir tan fácilmente, en el Agave esto no existe, hoy por hoy sigue siendo el hijuelo que nace de la planta madre la única semilla comercialmente disponible para plantar, sobre todo en empresas que cada año establecen entre 10 y 15 millones de plantas. El alcance de este trabajo no incluye temas técnicos científicos de variedades de plantas de Agave o de cualquier otro cultivo, este capítulo pretende incluir procesos y metodologías de otros cultivos que pueden ser útiles en el diseño del modelo para el Agave.

### 3.1 CULTIVO DE MAÍZ Y TRIGO<sup>29</sup>

La agricultura en México tiene gran importancia por la cantidad de población que se dedica a ello, el maíz es el cultivo más importante en donde en 2011 se registró una producción de 17.6 millones de toneladas que ocuparon 7.75 millones de hectáreas sembradas en diferentes estados de la República tal como se muestra en la tabla siguiente<sup>30</sup>, esta información considera tanto la siembra de temporal y las dos o tres que durante el año se cosechan cuando se trata de cultivos de riego.

Resulta interesante analizar que de las 7.75 millones de hectárea sembradas solo fueron cosechadas poco mas de 6 millones de hectáreas, solo el 78% del total, en términos financieros esta productividad resulta poco atractiva y es relevante determinar cual o cuales fueron las razones que llevan a este resultado, preguntas como si este resultado se tiene con frecuencia o si las causas fueron manejo del cultivo o afectaciones naturales como plagas, enfermedades o humedad. La baja producción de este grano es causa de problemas importantes en México si tomamos en cuenta que es utilizado para elaborar tortillas y que el principal consumo es para alimentación de ganado y la producción de almidones, al no tener disponibilidad se recurre a la importación encareciendo el mercado, los subproductos y en general la cadena alimenticia donde participa.

---

<sup>29</sup> CIMMYT, *Muestreo de campo*, s.f., desde <http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo>.

<sup>30</sup> «Cierre de la producción agrícola por cultivo», s.f., desde [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=215](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=215).

**Tabla 3. Producción Agrícola de Maíz en México durante el 2011<sup>31</sup>**

PRODUCCION AGRICOLA						
Ciclo: Ciclicos y Perennes 2011						
Modalidad: Riego + Temporal						
MAIZ GRAND						
Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles De Pesos)
AGUASCALIENTES	32,156.00	6,685.00	51,246.50	7.67	4,587.06	235,070.81
BAJA CALIFORNIA SUR	4,264.50	3,360.25	19,546.15	5.82	3,897.56	76,182.32
CAMPECHE	169,306.75	166,741.75	457,009.46	2.74	3,925.71	1,794,087.92
CHIAPAS	711,199.00	706,442.00	1,554,367.90	2.20	4,004.97	6,225,189.51
CHIHUAHUA	155,303.65	116,472.02	851,208.39	7.18	4,134.71	3,519,496.72
COAHUILA	19,081.50	6,429.25	9,750.13	1.52	3,393.30	33,085.16
COLIMA	13,825.25	10,582.75	39,912.37	3.77	4,256.29	169,878.81
DISTRITO FEDERAL	5,199.20	4,432.60	4,880.79	1.10	5,143.99	25,106.73
DURANGO	142,122.93	88,187.03	177,148.09	2.01	4,149.84	735,136.06
GUANAJUATO	397,339.55	207,530.30	1,015,660.45	4.89	4,846.99	4,922,901.04
GUERRERO	473,645.50	463,823.00	1,309,067.84	2.82	3,605.38	4,719,683.20
HIDALGO	243,385.54	196,424.57	454,945.24	2.32	4,465.30	2,031,466.06
JALISCO	604,392.57	520,159.33	2,519,275.73	4.84	4,478.44	11,282,417.69
MEXICO	491,512.60	322,391.30	649,178.69	2.01	4,218.84	2,738,781.38
MICHOACAN	460,352.50	425,174.07	1,388,363.47	3.26	4,160.20	5,767,549.15
MORELOS	28,580.00	28,580.00	89,884.61	3.14	3,625.11	325,841.47
NAYARIT	43,826.00	43,418.50	186,045.76	4.33	4,029.80	757,785.88
NUEVO LEON	12,780.20	6,797.20	20,148.21	2.96	3,551.51	71,556.58
OAXACA	601,178.74	568,951.12	694,553.65	1.22	4,274.10	2,968,590.03
PUEBLA	589,086.60	464,089.60	611,805.06	1.32	4,339.92	2,655,186.94
QUERETARO	110,839.50	44,644.70	158,894.57	3.56	4,597.03	730,443.72
QUINTANA ROO	68,609.00	68,259.00	67,469.92	0.99	3,414.59	230,381.92
SAN LUIS POTOSI	201,127.00	96,856.20	112,907.74	1.17	4,142.79	467,752.54
SINALOA	837,049.99	420,552.19	2,929,179.50	6.96	3,671.28	10,753,834.52
SONORA	36,846.50	18,718.50	83,221.17	4.45	3,274.09	272,473.56
TABASCO	88,139.50	82,053.25	132,707.84	1.62	3,994.92	530,157.49
TAMAULIPAS	155,606.79	124,427.68	489,380.19	3.93	3,587.81	1,755,804.23
TLAXCALA	121,591.25	87,825.96	158,684.71	1.81	4,105.83	651,532.47
VERACRUZ	566,509.49	534,550.32	1,039,646.30	1.94	3,911.66	4,067,529.52
YUCATAN	145,715.59	145,583.59	149,059.62	1.02	3,353.83	499,919.98
ZACATECAS	219,728.00	86,948.60	210,067.25	2.42	4,279.73	899,031.86
	<b>7,750,301.19</b>	<b>6,069,091.63</b>	<b>17,635,417.30</b>	<b>2.91</b>	<b>4,077.81</b>	<b>71,913,855.24</b>

<sup>31</sup> *Ibid.*

Durante años se ha documentado bastante de estos cultivos tanto en temas técnicos, científicos, de productividad y eficiencia, así como de generación de especies avanzadas que resisten climas y situaciones extraordinarias en el medio ambiente, considerando que el tiempo de reacción es inmediato dado el corto tiempo para ser cosechado. Para poder gestionar temas del cultivo como desarrollo, enfermedades, plagas, productividad, etc., es necesario contar con información que sugiera el estado que guarda el cultivo a la fecha que se requiera y sobre todo que permita accionar o reaccionar con el afán de mejorar el cultivo y lograr el resultado esperado o por lo menos el resultado que favorezca mas al productor, como he dicho la ventaja en este caso radica en que los resultados de los experimentos y pruebas se obtienen en un periodo de tiempo relativamente corto, una herramienta que ayuda en todo lo anterior es un muestreo del cultivo.

Como parte de la gestión operativa que el agricultor debe llevar a cabo durante la vida y desarrollo de su cultivo, hace una inspección general de todo el predio para lo que resulta importante definir como primer paso las condiciones generales que se observan, si el predio tiene aspecto saludable y uniforme, entonces no se requiere más información, pero si no es así se requiere información a detalle del problema para poder identificar las causas y el plan operativo a seguir.

### 3.1.1 MUESTREO DE MAÍZ Y TRIGO

Una vez que se ha definido que existen desviaciones a un ideal en un cultivo de maíz y trigo, el paso a seguir es estimar el área afectada buscar variaciones a través del campo en términos de color, altura, daños a las plantas o cobertura<sup>32</sup>. La experiencia de la persona que levanta la información es fundamental, incluso la recomendación es que el personal a cargo de esta actividad debe ser gente de este ambiente para que puedan identificar características extraordinarias en los cultivos y debe recibir capacitación suficiente tanto en técnicas de muestreo como en los aspectos técnicos especializados del cultivo.

Los datos recogidos en un campo deben representar al predio en su totalidad, es por ello importante elegir puntos que arrojen información suficiente para ese fin, cuando se trata de un cultivo homogéneo en su desarrollo los puntos seleccionados no son problema puesto que el mínimo de ellos nos dará un dato confiable.

Cuando se tienen variaciones en desarrollo o densidad debe aumentarse el número de puntos a revisar, en términos generales la recomendación es que por lo menos sean de entre 5 y 8 puntos pero será a criterio del encargado el seleccionar una cantidad mayor. Una vez seleccionados los puntos, debe observarse en lo individual cada una de las plantas y toda la información recabada debe concentrarse en un formato control pre-impreso con todos los datos que se requieren para su análisis y posterior interpretación, con la observación en cada punto se debe identificar lo siguiente:

---

<sup>32</sup> «Muestreo de campo», s.f., desde <http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo> .

1. Uniformidad del cultivo
2. Color de las hojas
3. Características de la densidad, uniforme o variada
4. Espacios con plantas enfermas o faltantes
5. Hacer comparativo de hojas sanas y robustas con hojas secas

Al caminar el área seleccionada debe llevarse el registro ordenado en el formato de control, agregando comentarios que su experiencia le permitan hacer, por ejemplo, la consistencia de las hojas es de acuerdo al desarrollo del cultivo o no, identificar variaciones entre de tamaño, color o cobertura, existen algunas variables en términos de apariencia, olor y color pero como ya lo mencioné es de suma importancia el que el evaluador consigne información basada en su experiencia, sobre todo en los casos en que deban tomarse acciones inmediatas que no podrían esperar al término del muestreo .

### **3.1.1.1 DETERMINAR LOS PROBLEMAS DE CAMPO**

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo define cinco pasos para determinar los problemas de campo<sup>33</sup>:

1. Mirar el cultivo (ver A-D abajo) y determinar la etapa del cultivo
2. Hacer una primera aproximación al problema- use la Clave de identificación de problemas de producción o la Clave de identificación de plagas y enfermedades o la Clave de identificación de deficiencia de nutrientes.

---

<sup>33</sup> *Ibid.*

3. La clave le llevará a la hoja de información pertinente para confirmar o rechazar la primera hipótesis.
4. ¿El problema es lo suficientemente importante como para arreglar? Estimación de la magnitud del problema.
5. Anotar lo que ha observado.

**A. Mirar el cultivo como un todo. ¿Es uniforme?**

Color y distribución del color

¿Tiene el cultivo un buen color? ¿Hay zonas de otro color?

Tamaño y forma

¿Es el cultivo tan alto y denso como sería de desear?

¿Hay zonas en las que el cultivo es demasiado bajo o alto?

¿O zonas con el cultivo muy denso y con tallos delgados?

**B. Mirar el cultivo como plantas individuales. Comparar plantas buenas con plantas en mal estado.**

Si se han identificado zonas del cultivo que son diferentes, arrancar una planta en una de estas zonas y compararla con otra fuera de las mismas, tomando una planta en cada mano. Oler las raíces: ¿tienen olores distintos, agrios?, Tocar las hojas: ¿están blandas o túrgidas, están marchitas?

Color y distribución del color.

Las plantas buenas y las que están en mal estado, ¿tienen diferentes colores?

Las diferencias de color, ¿están en toda la planta?, o las diferencias de color, ¿están solo en algunas partes?

¿Las hojas viejas son diferentes?

¿Las hojas jóvenes son diferentes?

¿Los tallos o las raíces son diferentes?

Tamaño y forma.

¿Las plantas son de diferente tamaño?

¿Por qué algunas tienen más tallos que otras?

¿Por qué las hojas son más largas?

¿Por qué la planta es más alta?

Siempre es preferible dividir el problema en sus elementos más pequeños.

### **C. Evaluar de nuevo lo que se ha visto.**

¿Son variables las diferencias observadas al comparar las plantas?, Tomar más muestras y confirmar la evaluación anterior, ¿son los síntomas más o menos graves?

Volver a mirar el cultivo como un todo, ¿están los síntomas más difundidos que en las zonas que se encontraron por primera vez pero no son tan obvios?

### **D. Usar la información para identificar el problema.**

La información disponible en este momento es suficiente para hacer una conjetura sobre las causas del problema usando las descripciones. Si más adelante desea evaluar la gravedad del problema en una escala numérica, use estos métodos.

Con la información que va resultando de la inspección y del análisis debe detectarse un patrón de daño a lo largo del campo, existen indicios de presencia de plaga y este ocasionando daño al cultivo, etc.

### 3.1.1.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN

Cuando el problema que se ha detectado se presume no es importante, es probable que no sea necesario hacer alguna medición en términos de longitud, peso y distribución ya que el impacto se puede apreciar a simple vista. Cuando la situación no es así, se requiere hacer las siguientes mediciones<sup>34</sup>:

- Observar el cultivo a detalle para detectar aspectos que a simple vista no se aprecian
- Para evitar la subjetividad en una medición con muchas variables debe estructurarse la misma, centrarse no solo en lo macro sino enfocarse en los problemas micro también, como ejemplo es color de la hoja
- Con la medición se genera información estadística que ayuda no solo a identificar el problema, sino a evaluar la importancia del mismo y definir en todo caso si se continúa el proceso o se ignora el problema
- Utilizar los datos estadísticos y compara el daño con el que hubo el año anterior o anteriores, comparar con cultivos vecinales. El tema de rendimiento no se puede medir en esta etapa, solo se estima.

En términos coloquiales lo que no se puede medir no se puede mejorar y en este sentido los temas a medir son:

- Estimación de rendimiento del cultivo establecido (antes de cosecha)
- Profundidad del suelo para prever crecimiento y desarrollo
- Textura del suelo para definir técnicas de siembra

---

<sup>34</sup> «Muestreo de campo, información extendida», s.f., desde <http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo/151?task=view>

- Estimación de humedad del suelo, para estimar fechas de estrés hídrico
- Analizar la viabilidad de la variedad de semilla a utilizar

### **3.1.1.3 DONDE, COMO Y QUE MUESTREAR**


Para entender de lo general a lo particular el cultivo, el inicio del análisis es a partir del recuento de las plántulas, que es el embrión de una planta que se desarrolla a partir de la germinación de una semilla. Para esta actividad se utiliza un metro de madera con una marca a los 50 centímetros para determinar y evaluar la densidad, se ubica el metro entre dos hileras dentro de la selección inicial de la muestra y se cuentan ambos lados del metro. Para asegurar la exactitud del dato, se hace doble conteo de todas las fracciones elegidas y se promedia el resultado.

En el caso del trigo debe hacerse un recuento de espigas cuando se inicia con la etapa intermedia del cultivo, ya que es la oportunidad única de adicional nitrógeno para aumentar rendimientos como en otras etapas debe identificarse que se trata de un proceso normal de desarrollo y no un problema de estrés hídrico. Adicionalmente debe estimarse la cobertura del suelo mediante la técnica más adecuada dependiendo las condiciones de accesibilidad y clima, en los trigos regados la cobertura del suelo y el rendimiento por lo general están estrechamente relacionados.

### 3.1.1.4 IDENTIFICAR PATRÓN DE COMPORTAMIENTO

Cuando existe un patrón identificado de daño o de variación en el cultivo, deben entonces analizarse y tratar de determinar la posible causa y consecuencias de manera preliminar a nivel de hipótesis, confirmando o desechando dependiendo del análisis que de aquí se genere. Los patrones que de inicio pueden generarse y ser utilizados para elaborar la hipótesis se muestra en los cuadros siguientes<sup>35</sup>:

**Cuadro 1. Patrón General sobre el campo entero**

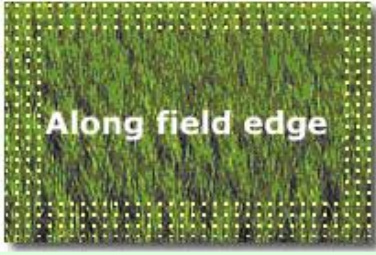
	Posible causa	Probabilidad (Campo entero)
	Insectos	Raro
	Nutrición	Posible, por ejemplo deficiencia general
	Manejo	Posible, por ejemplo aplicación salteada
	Medio ambiente	Posible, por ejemplo calor
	Agua	Posible, por ejemplo estrés
	Enfermedad	Improbable
	Plagas	Raro

Como se muestra en el cuadro prácticamente todo el cultivo no es homogéneo en su desarrollo o su estado fitosanitario, lo que provoca que no pueda definirse de inicio y en términos generales las secciones ideales a ser monitoreadas y existe un alto riesgo que la muestra sesgue el resultado. El problema más común con este patrón es nutrición baja o no adecuada para el cultivo, también puede tratarse de un efecto climatológico o falta de agua, esto es porque cuando se trata de una enfermedad o plaga, el daño se nota solo en algunas partes del predio.

<sup>35</sup> [CSL STYLE ERROR: reference with no printed form.].

Al tratarse de un problema generalizado, la solución es relativamente simple de encontrar, si el problema es nutrición, el programa se aplica a todo el cultivo, cuando es falta de agua puede elaborarse un programa de riego o cuando el tiempo de lluvia llegue esto quedará resuelto y en el peor de los casos cuando es un efecto climatológico, por lo menos se entiende el origen y se decide como gestionar al respecto, retirar la cosecha, cosechar anticipadamente, aplicar algún seguro por cobertura, lo importante es que las decisiones son para todo el cultivo.

**Cuadro 2. Patrón a lo largo del borde del campo**

	Possible causa	Probabilidad (A lo largo de borde del campo)
	Insectos	Improbable
	Nutrición	Posible, por ejemplo campo deficiente
	Manejo	Posible, por ejemplo aplicación salteada
	Medio ambiente	Improbable
	Agua	Improbable
	Engermedad	Improbable
	Plagas	Posible, por ejemplo daño por aves


Por lo general en todos los cultivos se presenta un daño marcado alrededor del predio, originado por el uso de tractores, movimiento de implementos agrícolas o por utilizar los callejones para ingresar al cultivo o por que el mismo se estableció en colindancia con caminos rurales. Una vez que visualmente se detecta que la inconsistencia en el predio es marcada y notoria en esta área y se confirma con la revisión a los puntos elegidos se genera este patrón.

### **Cuadro 3. Patrón Aleatorio a lo largo del campo**

	<b>Posible causa</b>	<b>Probabilidad (Plantas al azar)</b>
	Insectos	Posible
	Nutrición	Improbable
	Manejo	Posible, por ejemplo mezcla de semillas
	Medio ambiente	Improbable
	Agua	Improbable
	Enfermedad	Posible
	Plagas	Posible, por ejemplo daño por aves


Este tipo de patrón se define cuando la inspección visual inicial del cultivo indica que se tienen algunas inconsistencias en puntos segmentados en el predio pero sin llegar a ser mayoría, luego entonces el encargado de monitorear decide al azar algunas plantas ubicadas en el área definida con variaciones de desarrollo, color, tamaño o en general respecto del promedio de todas las plantas. Es por eso que el cuadro muestra que el manejo es una posible causa de la variación porque pudo haberse utilizado semilla de diferentes variedades, o también es probable que se trate de un tema de enfermedad, en cuyo caso cobra vital importancia el definirlo rápidamente y sobre todo gestionar con la información resultante ya que la enfermedad en una parte del cultivo puede desplazarse y afectar a toda la extensión en un corto periodo de tiempo. El daño también puede tratarse de plaga por que estas construyen un tipo de madrigueras para establecerse y en su recorrido van provocando daño a las plantas, ya sea por que las utilizan como alimento o por que las destruyen para construir caminos y desplazarse para obtener alimento y resguardarse de sus propios depredadores.

#### **Cuadro 4. Patrón de Agrupaciones dispersas**

	<b>Posible causa</b>	<b>Probabilidad (Agrupaciones dispersas)</b>
	Insectos	Común
	Nutrición	Común, por ejemplo deficiencia de N
	Manejo	Común, por ejemplo aplicación errónea de N
	Medio ambiente	Raro
	Agua	Posible
	Enfermedad	Posible
	Plagas	Posible, por ejemplo daño por aves

Cuando en la inspección inicial se muestra daño en manchones distribuidos en todo el predio y en diferentes secciones, se genera este tipo de patrón, que por los resultados es el que indica la posible existencia de la mayoría de las causas que producen daño a un plantío porque el daño se encuentra en todo el predio, lo importante al igual que en los otros patrones es que el evaluador tenga la experiencia y nociones suficientes para poder definir el lugar que razonablemente muestre en lo particular la situación que en lo general guarda toda la plantación y por este hecho mismo se genere el patrón en cuestión.

**Cuadro 5. Patrón de líneas a través del campo**

	<b>Posible causa</b>	<b>Probabilidad (Líneas a través del Campo)</b>
	Insectos	No
	Nutrición	Posible, por ejemplo franja de N aplicado
	Manejo	Posible, por ejemplo aplicación en línea
	Medio ambiente	Improbable
	Agua	Improbable
	Enfermedad	No
	Plagas	Improbable

Cuando la estructura del cultivo lo permite y después de la inspección inicial se eligieron ciertos puntos a revisar en línea a través de la extensión del predio, asegura que se identifiquen con un alto porcentaje de alcance a las diferentes características de las plantas, es importante que para definir este patrón debió confirmarse en la inspección inicial que no existen manchones indicando lo homogéneo de las plantas y que en las líneas puede resultar la realidad del cómo se encuentra todo el predio.

Una vez que los cultivos son recorridos y se ha definido con el resultado un patrón y se ha hecho una hipótesis de la causa de los daños, deber confirmarse el registro de la información en la hoja control, misma que debe administrarse posteriormente de manera sistemática. Con estos datos lo que sigue es estimar el porcentaje de campo afectado e incluir las primeras conclusiones tratando de contestar si se visualiza la existencia en apariencia de plagas, insectos, maleza, ratas, pájaros, etc.

Esos conceptos son los principales factores que causan daño al cultivo del maíz y trigo en lo particular y a prácticamente todos los productos agrícolas en lo general, es importante señalar que tratándose de insectos lo que se busca todo el tiempo es controlarlos y no exterminarlos, también forman parte de un ecosistema requerido para el equilibrio ambiental y fitosanitario.

Los hallazgos encontrados deben ser clasificados para efectos de gestión en por lo menos dos segmentos, fitosanitario y desarrollo agronómico para que su vez se subdividan dependiendo si se trata de nutrición, maleza, insectos, hongos y plagas. Esta segmentación se debe a que las acciones en cada caso son diferentes y particulares, por ejemplo el control de insectos es diferente al programa extraordinario de nutrición o fertilización.

### **3.1.1.7 OBSERVACIONES GENERALES**

El cultivo de Maíz y Trigo puede ser de temporal o de riego por lo que puede llegar a tener cosechas multianuales, consecuentemente el periodo de vida no es mayor a un año. Los principales factores de riesgo que se tienen son el estrés hídrico y la marchitez, en donde el primero puede ser controlado si se cuenta con los recursos necesarios, tanto económicos como operativos pero ambos pueden ser detectados con oportunidad para generar información completa y confiable y a partir de ella gestionar las acciones necesarias tendientes a lograr la eficiencia y productividad de la cosecha.

Queda claro entonces que la oportunidad y confiabilidad de la información es fundamental para que una cosecha se lleve a cabo en términos de calidad y eficiencia y que para ello el agricultor debe hacerse llegar de herramientas suficientes que con la velocidad requerida le ayuden en la gestión y toma de decisiones, para esto es fundamental el llevar a cabo el muestreo. Este tipo de cultivo no tiene restricciones geográficas para su siembra depende solamente de que las condiciones de clima, suelo, humedad y accesibilidad sean favorables y no de que alguna autoridad limite su establecimiento como sucede con los cultivos con denominación de origen.

### **3.2 AGRICULTURA DE PRECISIÓN<sup>36</sup>**

La agricultura forma parte fundamental de cada País y algunos son privilegiados por contar con recursos naturales para ser autosuficientes o incluso para exportar y tener un círculo virtuoso en términos de economía, esta situación requiere el uso racional de los recursos y su aprovechamiento exacto, debido a que la demanda de alimentos y requerimientos agrícola aumenta constantemente, el problema es que en contraste a esto los insumos para generarlos disminuyen. Se requiere precisión y exactitud en el manejo de los insumos, es decir, de la propia tierra, semilla y fertilizantes, obteniendo además de una mejor rentabilidad por eficiencia, una mejora al medio ambiente puesto que no se abusa del uso de sustancias químicas.

---

<sup>36</sup> «Agricultura de precisión», s.f., desde <http://site.ebrary.com/lib/biblioitesosp/docDetail.action?id=10165827> .

La agricultura de precisión no es aquella en la que los satélites indican que es lo que hay que hacer en el campo, sino es aquella que permite a través del uso de ciertas herramientas dar a cada zona específica del cultivo, el tratamiento agronómico más apropiado, Yo diría, busca el equilibrio entre calidad y costo, aún más profundo, equilibrio entre calidad, costo y balance ambiental, por consecuencia permite lo siguiente:

- Reducción de costo de producción
- Aumenta la productividad
- Uso de insumos eficiente

Tomando en cuenta lo anterior, la Agricultura de Precisión consiste en un conjunto de tecnologías altamente desarrolladas que comprenden aspectos complejos como sistemas satelitales y maquinaria agrícola como siguen:

- Sistema de Información Geográfica (SIG)
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Computadoras, sensores y controladores
- Maquinaria especializada

El Sistema de Información Geográfica es un conjunto de programas que tiene la capacidad de almacenar, analizar y presentar datos con referencias geográficas, se pueden mencionar entre otros, las densidades de insectos, tipo de suelo, tipo de vegetación, ubicación de caminos y datos climáticos, toda esta información concentrada se utiliza para el diseño de mapas temáticos y al final cumplir con el objetivo de poder analizar la información de manera integral y no por conceptos o datos individuales.

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de navegación basado en satélites, creado y operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos ya que originalmente fue diseñado como herramienta durante la guerra, sin embargo en la actualidad se utiliza para fines industriales, comerciales o de tipo civil para ubicar un destino cualquiera, lo encontramos en teléfonos móviles, en los autos de cierto equipamiento incluyen esta tecnología como un accesorio de valor agregado.

La variabilidad no se presenta únicamente de lote a lote, sino que dentro de cada lote existen también condiciones diferentes que requieren ser analizadas y evaluadas por separado, se identifican datos como densidad del suelo, textura, color, relieves y de ser posible, la productividad detallada. Todo esto para tratar de gestionar con el mapa de productividad acciones que lleven a homogenizar todo el lote, para que cada uno de ellos exprese su máximo potencial económicamente posible, conservando los recursos naturales optimizando el uso de químicos para el control de plagas, control de malezas, control de enfermedades y el uso de fertilizantes y mejoradores de suelos por lo que al tema de nutrición se refiere.

Un aspecto importante de la Agricultura de Precisión es el concepto del Manejo Integrado de Plagas en el Sitio Específico<sup>37</sup>, esta técnica requiere de intensos muestreos con el objeto de medir la variabilidad espacial de los parámetros en estudio, tales como densidad de plagas, malezas y patógenos para luego construir mapas de sus distribuciones espaciales.

---

<sup>37</sup> «La agricultura de Precisión Alternativa Optimizar», s.f., desde [http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/charla\\_PCCMA/melon/documentos/P.68-74%20\(Emm%C3%A9n\)%20numer%20corr.pdf](http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/charla_PCCMA/melon/documentos/P.68-74%20(Emm%C3%A9n)%20numer%20corr.pdf).

### 3.2.1 PRINCIPIOS Y ELEMENTOS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN<sup>38</sup>

Los principios y elementos de la agricultura de precisión descansan en los principios de la agricultura sostenible. El principio fundamental para el desarrollo de esta, requiere evitar al máximo los cambios negativos en los recursos naturales de un país, esto implica no solo el mantenimiento de los cultivos, sino un apropiado uso de la tierra que garantice la permanencia del recurso para las futuras generaciones. La agricultura de precisión es una metodología que va de la mano con el concepto de manejo sostenible de la tierra y busca incrementar la eficiencia en los procesos agrícolas.

### 3.3 VITICULTURA DE PRECISIÓN

El artículo considerado para este trabajo<sup>39</sup> toma en cuenta la importancia para elaborar planes de gestión que tengan en cuenta esa variabilidad al momento de aumentar la producción y la calidad de las cosechas vitícolas. También se comentan las peculiaridades, objetivos y metodologías de las diferentes etapas que deben abordarse a la hora de implementar este tipo de tecnologías y sus perspectivas de futuro. Se advierte sobre la conveniencia de abordar la incorporación de técnicas con criterios flexibles, tanto en términos de costo de implementación como por la gran variedad de técnicas disponibles que la ponen al alcance de casi cualquier tipo de explotación o cultivo.

---

<sup>38</sup> *Ibid.*

<sup>39</sup> «Viticultura de Precisión», s.f., desde [http://content.ebscohost.com/pdf27\\_28/pdf/2012/BEZG/02Mar12/79907135.pdf?T=P&P=AN&K=79907135&S=R&D=eih&EbscoContent=dGJyMMvI7ESeqLM4xNvgOLCmr0uep7ZSsam4TbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGqtVC1q65MuePfgex43zx](http://content.ebscohost.com/pdf27_28/pdf/2012/BEZG/02Mar12/79907135.pdf?T=P&P=AN&K=79907135&S=R&D=eih&EbscoContent=dGJyMMvI7ESeqLM4xNvgOLCmr0uep7ZSsam4TbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGqtVC1q65MuePfgex43zx).

La Viticultura de Precisión (VP) es la rama de la agricultura de precisión que busca optimizar el rendimiento de los viñedos, obtener el máximo rendimiento de los viñedos en términos de producción y calidad, reduciendo al mínimo los problemas para la viña y los impactos sobre el medio ambiente, principios fundamentales que rigen en términos generales a la agricultura de precisión.

Es frecuente que el rendimiento de las viñas varíe desde ocho hasta diez veces aunque la gestión sea uniforme, también se comprobó que los patrones de variación del rendimiento son estables en el tiempo y suelen tener su origen en los diferentes tipos de suelo y la topografía y que los patrones de variación en la calidad de los racimos tienden a ser similares a los de la producción lo que sugiere que hay un gran potencial de mejora.

Personalizando la gestión de los viñedos, todo esto indica que la variabilidad en este cultivo requiere de herramientas apropiadas para poder no solo identificar la variación, sino generar mapas de conocimiento que permitan la gestión apropiada de dicha variabilidad.

La viticultura de precisión es flexible en el sentido que puede ser útil para las diferentes necesidades del cultivo, dependiendo del país y de la oportunidad de mejorarlo, tal es el caso que en Australia se basa fundamentalmente en monitorear los rendimientos, en California se apoya sobre todo la teledetección y en Chile la utilizan para caracterizar los suelos, los rendimientos o ciertos parámetros de calidad de la uva, directamente relacionados con algunas características del suelo, pero también para conocer con detalle el estado nutricional de las cepas.

Las variables de cultivo utilizadas en esas experiencias son entre otras, parámetros agronómicos (número de yemas, de brotes, de racimos, peso de la madera de poda, vigor del cultivo y cosecha del año anterior) y para la cartografía de la variabilidad espacial utilizan imágenes multi-espectrales proporcionadas por satélite.

En la viticultura de precisión también se utilizan los recursos tecnológicos de medición, identificación y de precisión, como pueden ser los GPS, las estaciones climatológicas y una amplia gama de sensores ambientales que permiten cuantificar las Variaciones de distintos parámetros del suelo, del clima o de la vegetación. La tecnología utilizada solo para monitorear no es útil, es útil como herramienta que genere información de gestión, con ella pueden realizarse y utilizarse imágenes de satélite o multi espectrales, que permiten cartografiar la variabilidad que siempre suele estar presente en todas las viñas a diversos niveles de detalle.

A manera de resumen los elementos característicos de la viticultura de precisión, son por una parte el énfasis que pone en adaptar la gestión de los viñedos a las variaciones internas que siempre aparecen dentro de las viñas y por otra, el uso de la tecnología y la ciencia para conseguir sus objetivos.

### **3.3.1 ETAPAS DE LA VITICULTURA DE PRECISIÓN**

Los trabajos de viticultura de precisión incluyen tres etapas, observación y recogida de datos, interpretación y evaluación de los resultados y aplicación y planes de gestión. La siguiente figura muestra el ciclo de la viticultura de precisión<sup>40</sup>:

---

<sup>40</sup> *Ibid.*

**Figura 1. Ciclo de la Viticultura de Precisión**



Figura 1. Ciclo de la Viticultura de Precisión

Observación y recogida de datos es la etapa inicial del proceso y se trata de estudiar la variabilidad que existe actualmente en el cultivo para obtener información referente a fertilidad del suelo, topografía, microclimas, estado fitosanitario y a la calidad de factores de nutrición porque son factores que han demostrado incidir directamente en el rendimiento y la calidad del cultivo. El levantamiento puede hacerse dentro del cultivo cuando se tiene el personal y presupuesto suficiente, o a distancia mediante el uso de imágenes satelitales o imágenes multi espectrales proporcionados por cámaras especiales y con el apoyo de aviones o helicópteros. Es probable que esta etapa se repita para complementar información que derivada del análisis de la información original surja, vale la pena destacar que la tecnología incluso puede aportar información sobre el potencial hídrico del suelo.

La etapa se completa en el momento en que toda la información recabada se geo referencia con la ayuda de GPS y se elaboran los mapas temáticos de partida, donde aparecen situados los valores correspondientes a las diferentes variables (mapas de rendimientos, de grado alcohólico probable, etc.) en los distintos puntos de muestreo que ya nos dan una idea de las variaciones espaciales de los factores seleccionados por su capacidad para influir en el comportamiento de la viña.

Interpretación y evaluación de los resultados es la segunda etapa del proceso y es que en toda actividad no basta con tener información, es necesario saber cuál es su significado, como opera, por que se genera y en términos de negocio, como partiendo de esa información se puede hacer más rentable el negocio. En esencia se trata de que a partir de variables discretas definidas en los puntos del muestreo, se logre definir variables más completas o continuas tratando de incluir ya toda la superficie del predio o parcela analizada.

Como fue en el primer paso, en esta etapa se requiere del uso de la tecnología, la teledetección, modelos de elevación digital del terreno, sistemas de información geográfica, mapas de suelo de alta resolución y bases de datos relacionadas son indispensables para poder entender y comparar entre otras cosas, la fertilidad del suelo y sus características. El uso de esta tecnología proporciona información generalizada mas allá de los puntos muestreados, interpretando la información obtenida en el paso inicial, optimizando además de los datos, el impacto económico.

Aplicación y planes de gestión es la tercera etapa del proceso, se trata de conseguir la gestión personalizada a las características del resultado obtenido en los dos puntos anteriores y los objetivos técnicos económicos de cada cultivo.

Todo esto se debe plasmar en una serie de estrategias de manejo agronómico, pueden ser podas, fertilización, riego o incluso fecha de cosecha, pero individualizado y diferenciado por tipo de cultivo y resultado en lo individual. Es importante mencionar que cualquier plan de gestión debe adecuarse no solo al resultado técnico de la aplicación de la agricultura de precisión, sino que debe considerar el objetivo de negocio y agrológico del cultivo y combinarlo con el recurso financiero establecido para ese fin.

### **3.4 CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR**

La agroindustria azucarera es una actividad relevante para la economía a nivel nacional en México, por los recursos que se generan y absorben en el proceso de producción en términos laborales y de comercialización, el valor económico de su producción y por el tipo de consumo del producto final.

La caña de azúcar al igual que le café, naranja, plátano, coco y maguey es uno de los principales cultivos del país. Los campos cañeros se encuentran distribuidos principalmente en 15 estados de la República Mexicana<sup>41</sup>: Campeche, Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

México es uno de los 10 países con mayor superficie de caña de azúcar cosechada a nivel mundial, genera más de 300 mil empleos directos y se estima que más de 3 millones de personas dependen directa o indirectamente de la agroindustria cañera.

---

<sup>41</sup> «cana-de-azucar.pdf», s.f., desde <http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/cana-de-azucar.pdf> .

La industria azucarera no solo tiene alto impacto en el consumo individual en la población, sino también en la industria refresquera, galletera, alcoholera, dulcera y de alimentos balanceados de alimento para animal, de hecho esta industria aporta el 0.5% del producto interno bruto y representa el 12.5% en el producto del sector alimentario nacional.

En México no se ha logrado que la Agricultura represente en términos sociales y de bienestar social lo que en importancia de posicionamiento geográfico y económico significa, esto ha llevado a que el tema de agricultura de precisión logra tenga cada día más impacto y reciba la atención necesaria de los productores en la particular y de la industria azucarera en lo general, resulta que administrando de mejor forma este como cualquier cultivo y el beneficio que un sistema de gerenciamiento eficiente genera, se pueden tener herramientas que indiquen en donde al optimizar el uso de fertilizantes, herbicidas y otros agroquímicos, ubicación geográfica por calidad y eficiencia y otra información de valor para optimizar el cultivo.

No solo se obtiene un beneficio económico por rentabilidad sino que se beneficia al medio ambiente precisamente con el uso moderado de esos productos o la optimización de los mismos. Existen zonas geográficas que por sus características ambientales, de humedad, combinación de materiales, densidad del suelo y otros no son tan productivos mismos que teniendo información estadística que muestre la tendencia por temporal y por cultivo, se puede decidir cambiar el tipo de productos o la cantidad utilizada o en el peor de los casos puede decidirse abandonar ese cultivo y buscar zonas más productivas.

El producto más importante que se fabrica con la caña, es precisamente el azúcar refinado, algunos productos sustitutos de materiales de construcción, el desecho se puede utilizar como alimento de animales y los jugos del proceso de producción de azúcar pueden emplearse para la producción de alcohol.

La producción del 2012 se muestra en la tabla siguiente<sup>42</sup>:

**Tabla 5. Producción de Caña de Azúcar en 2012**

**AVANCE DE SIEMBRAS Y COSECHAS**  
RESUMEN NACIONAL POR ESTADO  
PERENNES  
2013  
RIEGO+TEMPORAL

SITUACION AL 31 DE DICIEMBRE DE 2012

**CAÑA DE AZUCAR**

Estado	Superficie (ha)			Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
	sembrada	cosechada	sinistrada	obtenida	obtenido
CAMPECHE	12,337				
COLIMA	16,431	2,316		208,454	90.006
CHIAPAS	30,962	7,169		649,374	90.561
JALISCO	79,591	12,040		1,179,390	97.958
MICHOACAN	13,971	1,438		114,784	79.933
MORELOS	16,974	1,360		160,114	117.760
NAYARIT	34,739	2,098		164,622	78.447
OAXACA	70,593	18,835		1,306,684	69.377
PUEBLA	18,474	4,686		579,805	123.731
QUINTANA ROO	30,141	8,616		515,784	59.663
SAN LUIS POTOSI	72,568	9,996		665,706	66.597
SINALOA	24,706	235		19,035	81.000
TABASCO	36,960	1,548		51,084	33.000
TAMAULIPAS	61,825	13,474		770,450	57.181
VERACRUZ	279,944	43,150		2,774,827	64.307
<b>TOTAL</b>	<b>800,216</b>	<b>126,358</b>		<b>9,160,113</b>	<b>72.151</b>

Datos Preliminares.

Fuente: Elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las Delegaciones de la SAGARPA.

<sup>42</sup> «Resumen nacional de la producción agrícola», s.f., desde [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=207](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=207).

Llama la atención que exista tanta variabilidad de rendimiento obtenido por estado de la República, en donde Puebla y Morelos a pesar de no tener todas las condiciones ideales de clima, son los estados más productivos y los estados con mejores condiciones ambientales como Tabasco u Oaxaca tienen una productividad paupérrima.

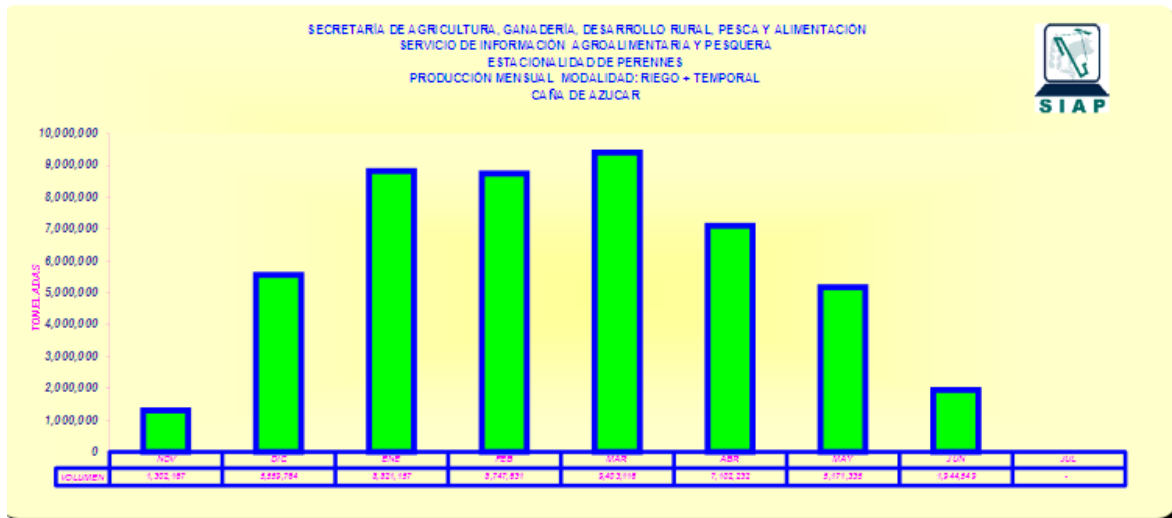
Gran parte de la respuesta a la falta de eficiencia y productividad en zonas como Tabasco y Oaxaca tienen que ver de manera directa con el nivel socioeconómico de cada estado, con la organización que se tiene entre productores e ingenios y con la posibilidad de adquirir tecnología operativa como máquinas y de gestión como equipos y sistemas de administración. Es precisamente en estos escenarios donde cobra mayor relevancia el aplicar la agricultura de precisión para poder ayudar con aportaciones de frecuencia, aplicación de insumos o de manejo del cultivo dependiendo de la zona, condiciones ambientales, historia del cultivo, necesidades del mercado, etc.

Por tratarse de un cultivo altamente demandante de agua y considerando que su producción es en varios estados de la República con un nivel económico desfavorable, dos terceras partes de la producción nacional total se realiza en fechas de temporal de lluvias. El comportamiento por mes de la producción de la producción total en 2012 fue como sigue<sup>43</sup>:

---

<sup>43</sup> «canazuc.pdf», s.f., desde [http://www.campomexicano.gob.mx/porta1\\_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Estacionalidades/Perennes/canazuc.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/porta1_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Estacionalidades/Perennes/canazuc.pdf).

## Gráfica 7. Producción mensual de caña de azúcar de temporal y riego



### 3.4.1 MONITOREO DE LA COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR

En México dos terceras partes del cultivo de caña de azúcar es de temporal y el resto es cultivo de riego y dado que se obtiene la cosecha a partir de los 11 meses, se requiere tener información oportuna y confiable respecto del resultado de cada ciclo agrícola, incluso información que diagnostique el proceso durante su existencia, desde el establecimiento, desarrollo, evolución y cosecha. En este sentido existe una investigación que documenta sobre la implementación de Agricultura de Precisión<sup>44</sup> en la caña de azúcar, sosteniendo la necesidad de esta implementación para la elaboración de mapas de productividad, el estudio comprende lo siguiente:

El proyecto de investigación descrito aquí, trata sobre un sistema automático de medición de productividad de caña de azúcar cuando es cosechada por cosechadoras autopropulsadas.

<sup>44</sup> «Sistema de monitoreo de la cosecha de caña de azúcar», s.f., desde <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/01/eea-manfredi-sistema-de-monitoreo-de-la-cosecha-de-cana-de-azucar-para-elaborar-mapas-de-rendimiento.pdf>.

Este sistema consiste en la utilización de traductores de peso y acelerómetros, instalados en el elevador de la cosechadora y un DGPS ("Diferencial Global Positioning System"), ambos acoplados a un microcomputador portátil. Sensores instalados en las ruedas y en la cinta del elevador de la cosechadora serán utilizados para enviar una señal de control de inicio de la adquisición de datos. Lo que se pretende es que este sistema pese la masa de caña después de la limpieza en forma directa y en tiempo real, y almacene los datos. Esos datos, juntamente con la información obtenida del DGPS permitirá la elaboración de un mapa digital que representa una superficie de producción para un área cosechada.

La idea de esa investigación fue proveer de herramientas apoyadas con tecnología que generaran información del resultado que se obtuvo en diferentes cosechas en diversos tiempos, con variación de temporada agrícola, y con los resultados almacenarlos en una base de datos que permita gestionar de manera más integral y eficiente ese negocio, teniendo datos como productividad por región, por ciclo agrícola, por tipo de maquinaria utilizada, esa información a la vez será soportada con la lectura del GPS que permite obtener datos ge referenciados.

Esta información la tienen y generan de manera empírica los productores de caña que son propietarios y pareciera ser relativamente sencillo de obtener y administrar, el tema es que cuando se requieren datos de una industria, de un estado o incluso de una región, datos necesarios para tomar decisiones fundamentales para seguir como hasta entonces, hacer adecuaciones en los cultivos, optimizar la fertilización o cambiar de región a una más productiva, es entonces cuando debe trabajarse la información de manera sistemática y con apoyo de la tecnología.

Se tienen desarrollados en el mundo diferentes tipos de sensores para la producción de granos, en donde al pasar por la máquina cosechadora se identifica el peso del producto, considerando que se trata de cultivos producidos a grandes escalas para lograr que cuando el camión o medio de transporte se llene, se tenga perfectamente identificada la producción directamente en el campo, esto evita el manejo que pueda darse en el camino al producto evitando que el producto pueda ser sujeto de robo.

Por tratarse de un cultivo diferente para la caña de azúcar debe diseñarse un sensor y una metodología que pueda generar la información que se busca y que no afecte la mecánica de cosecha, de movimiento y de traslado de la caña de azúcar, es evidente que es diferente una caña que los granos de maíz o que el trigo.

La investigación parte de algunos trabajos hechos con anterioridad y que corresponden a beneficios que otros cultivos han tenido, me parece que de los más importantes mencionan es “ELIAS (1997)” en donde se media automáticamente la cosecha utilizando una tolva sostenida en 4 células o bases para pesar el grano que se cosechaba, esto ayudaba para agilizar el proceso y el cambiar de cultivo a cultivo no representaba un problema.

El resultado de lo anterior nos indica que como en otros cultivos en la caña se ha implementado el uso de la metodología de la agricultura de precisión, en donde se parte del punto de vista ecológico para la conservación de la tierra y el agua utilizando de manera racional los agroquímicos, no solo en la extensión completa de un predio, sino al interior de cada predio puede utilizarse de manera individual el requerimiento que del análisis se derive. El potencial para aplicar la agricultura de precisión en el cultivo de caña se consideran cuatro puntos<sup>45</sup>:

1. Mapa de suelo; este mostrará el potencial de fertilidad del suelo y permitirá establecer las estrategias de fertilizantes a utilizar
2. Mapa de cultivo; permite obtener mapas ge referenciados de los espacios del cultivo en sus diferentes estados de desarrollo
3. Mapa de cosecha; se puede obtener la producción de cada espacio sembrado dentro de un predio o alguna parte. Gracias a la localización satelital se puede identificar perfectamente la ubicación exacta del espacio con baja producción

---

<sup>45</sup> *Ibid.*

4. Aplicación localizada de insumos; la decisión sobre el mejor método de gestión gerencial del área puede hacerse por medio de programas de cómputo diseñado a la medida para el cultivo específico que proporciona mapas de aplicación localizada de insumos, este proceso se apoya de equipo especializado y calibrado consistentemente con la necesidad detectada, potencializando la productividad en el proceso y minimizando el daño al medio ambiente.

# **CAPÍTULO IV**

## **PROPUESTA DE SOLUCION**

## INTRODUCCION

Contar con una herramienta que consiste en un procedimiento específico y puntual para el proceso de monitoreo en campo y que sea útil para la obtención de información base de gestión operativa es fundamental para la Compañía, es por eso que tratando de utilizar lo mejor de las metodologías de otros cultivos y con el apoyo de un muestreo y un sistema de selección al aleatorio sistemático ayudará a proveer la información necesaria para poder inferir respecto al cómo está el total del predio. Adicionalmente se trata de proveer información de gestión para el proceso operativo y de investigación que sea lo suficientemente completa para tener el panorama general del estado del campo, que tenga se genere con la oportunidad necesaria para accionar mecanismos en contra de enfermedades, plagas o deficiencias en el desarrollo del agave y que sea sistemática y flexible dando la oportunidad de modelar operativamente las estrategias a seguir.

El problema fundamental que se quiere atender no se resuelve simplemente con el diseño de un modelo o una metodología como herramienta, esto solo trata de apoyar en la generación de información de manera sistémica y sistemática respecto del estado del campo en cuanto a desviaciones que existan con su desarrollo normal por las causas que hemos analizado, por lo que se requiere también contar con la experiencia de un Agrónomo o experto en Agave la identificación de irregularidades en cada una de las plantas seleccionadas, relacionando las incidencias de manera puntual conforme van siendo revisadas y la gestión que sobre los resultados obtenidos se lleve a cabo.

Los aspectos técnicos respecto al estado del Agave no forman parte del alcance de este trabajo, sin embargo es relevante mencionarlo porque formarán parte integrante del resultado del muestreo y se utilizará como parte fundamental en la toma de decisiones y en el proceso de gestión operativa que de aquí resulte. Es importante indicar que la metodología tendrá que aplicarse, revisarse y adecuarse a las necesidades y realidades que se presenten conforme se use. Considero que los problemas pueden presentarse cuando se enfrente el evaluador a una serie de elementos seleccionados en donde existe la posibilidad de que en lugar de existir una planta, exista un hueco o un cadáver de planta, es imprescindible que a pesar de no observar que exista un planta, reportar lo que se encuentra, ya que siguiendo con el tema del hueco, esto indicará que existe un faltante de plantas por x número de plantas encontradas, y debiera inferirse que en esa proporción el total del predio presenta faltantes, entonces teniendo esta situación al evaluador puede resultarle más lógico el evaluar solo plantas y no huecos o plantas muertas o secas, pero si no utiliza el criterio de manera puntual y literal el resultado del proceso seguramente no será correcto.

## 4.1 ALCANCE DEL TRABAJO

Este trabajo pretende generar una herramienta que ayude a obtener información de confianza razonable respecto a diferentes objetivos concernientes a un inventario específico de plantas de Agave, en lo particular como objetivo se busca el asegurarse de la existencia del Agave. Otro objetivo es sugerir al personal de operaciones una metodología que permita identificar razonablemente el estado fitosanitario del agave, a nivel muestreo, este trabajo no incluye los aspectos técnicos especializados respecto a las características del Agave, solo contempla la propuesta de metodología de muestreo respecto a la planeación, identificación, registro y presentación de información. Por último este trabajo pretende también incluir el muestreo de información relativa al desarrollo y evolución del agave, sin considerar los aspectos técnicos especializados de un Ingeniero Agrónomo, simplemente se limita a sugerir el proceso de muestreo para la generación y divulgación de la información.

La única manera de asegurarse de la exactitud del inventario hoy por hoy, es mediante la inspección física con un inventario contando planta por planta sin embargo es evidente que esa actividad es sumamente demandante de tiempo y requiere de inversiones de dinero que no resultan rentables a lo largo de un ciclo agrícola, el costo del inventario oscila entre los 4 millones de pesos y solo se realiza por aproximadamente el 25% de todas las plantaciones y es a la vuelta de 4 años cuando se revisa al 100% en su totalidad, tiempo en el que pudieron suceder infinidad de imprevistos, naturales o no y el uso de alternativas tecnológicas como fotos satelitales si bien nos pueden arrojar información razonable sobre la existencia, no ayuda en la obtención de información cualitativa respecto a la fitosanidad y al desarrollo agronómico

del cultivo, sin considerar por supuesto que el costo se eleva significativamente a nivel unitario por foto y a nivel de periodicidad requerida para durante todo un ciclo agrícola que oscila entre los 7 y 8 años se tenga esta información.

La evaluación técnica forma parte del requisito de muestreo, pero no es tema de este trabajo, la intención es que esta metodología proporcione información relevante que permita a partir de su utilización y desarrollo, formular continuar con los planes estándar de gestión o permita en todo caso accionar o reaccionar ante eventualidades que se presenten, todo con la finalidad de que el resultado del desarrollo del cultivo se lleve a buen término considerando por un lado la mejor calidad posible y por el otro al mejor costo posible. Esos planes de gestión no forman parte de este trabajo pero es importante mencionar que serán datos duros y puntuales que detonaran acciones relevante y que también podrán optimizar la aplicación de un paquete tecnológico especializado y localizado por micro regiones lo que lo convertirá de manera natural en un proceso más productivo, más eficiente y al final más rentable que en todo negocio es lo que se pretende obtener.

Para la elaboración de este trabajo es imprescindible el uso de un sistema de información para la captura de todas y cada una de las incidencias detectadas y que apoye en concentrar la información y la procese a nivel de reportes detallados por tipo de predio, estado fitosanitario, estado agronómico, madurez, evidencia de plagas y en general evidencia de alguna irregularidad que se contemple en el levantamiento de información y se haya registrado en él sistema.

A manera de resumen, la idea principal entonces de este trabajo es proporcionar información relevante que razonablemente refleje la situación real del inventario de agave de la unidad agrícola para que con base en ello se pueda gestionar diferentes acciones técnicas especializadas que conlleven a la mejora en la productividad y eficiencia del Agave, atendiendo indicadores que del reporte emanen tales como, bajo desarrollo, presencia de enfermedades, muerte de agave, presencia de plagas, o cualquier eventualidad que en el monitoreo se identifique, o en el mejor de los casos generar información que consigne de manera razonable que el inventario de plantas de agave es confiable en cuanto a existencia, estado fitosanitario y desarrollo agronómico.

## **4.2 ESTADÍSTICA BÁSICA<sup>46</sup>**

A lo largo de la historia la estadística puede resumirse que ha sido utilizada por la necesidad de los gobiernos de recabar datos de los ciudadanos y el desarrollo de las matemáticas, de la teoría de la probabilidad. La estadística abarca la recolección, presentación y caracterización de información para ayudar tanto en el análisis de datos como en el proceso de la toma de decisiones.

Uno de los principales tipos de estadística es la descriptiva, que conceptualmente puede entenderse como aquellos métodos que incluyen la recolección, presentación y caracterización de un conjunto de datos con el fin de describir aproximadamente las diversas características de ese conjunto de datos. Por otro lado la estadística inferencial es la metodología que hace posible la estimación de una característica de una población basándose en los datos de una muestra.

---

<sup>46</sup> David M. Levine Mark L. Berenson, *Estadística Básica en Administración*, PEARSON, s.f.

Es importante señalar que se requiere de una serie de información para que esto suceda;

- Población, entendido como un todo de población o cosas a considerar
- Muestra, que es la porción seleccionada para analizar o estudiar
- Parámetro, es una medida de resumen que se define o calcula para describir una característica de una población o un conjunto de cosas
- Estadística, es la medida de resumen que se calcula para describir una característica de una sola muestra del total elegido

En términos la metodología estadística puede ayudar a definir dentro de un todo o universo de cosas, las características especiales de una muestra, en donde para efectos del objeto de este trabajo apoyaría en determinar el estado que guarda una población total, en este caso un predio de agave, mediante el análisis de una muestra seleccionando los parámetros adecuados y evaluando correctamente el resultado. Existen por lo menos tres importantes razones para extraer una muestra, tiempo, costo y eficiencia, en términos de tiempo resulta que con una muestra es más rápido el tener resultados, evidentemente el esfuerzo y requerimiento de recursos es menor con una muestra que si se realiza el 100% y si reunimos toda la información de manera razonable y confiable, el proceso mejora en calidad y eficiencia. Considerando lo anterior en términos de monitoreo de predios de agave, es sumamente costoso el determinar cuál es el estado fitosanitario y agronómico del agave, recordemos que se trata de identificar información de aproximadamente 50 millones de plantas de agave distribuidos en más de 20 mil hectáreas.

En lo general existen dos tipos de muestreos, el No Probabilístico y el Probabilístico<sup>47</sup>, este último resulta útil considerando que todos los elementos del universo tienen la misma oportunidad de ser elegidos en el muestreo, para efectos de este trabajo y como lo comentaré más adelante, la propuesta es un método probabilístico con el uso del azar simple para la elección de los elementos una vez determinada la segmentación del universo, el universo total o población total se delimita con un listado definido que contiene toda la información de identificación de cada predio, esta lista se conoce como el marco de la población.

Adicionalmente para seleccionar la muestra pueden utilizarse dos métodos, con reemplazo o sin reemplazo. Digamos que  $N$  representa la población y  $n$  la muestra, al extraer con reemplazo la probabilidad de cualquier miembro de la población de ser seleccionado en la primera extracción es  $1/N$ . La probabilidad de ser seleccionado en otra extracción sigue siendo  $1/N$  debido a que una vez registrado el dato, el individuo seguirá formando parte de la población. Sin embargo, al muestrear poblaciones humanas generalmente se considera más apropiado tener una muestra de persona diferente que permitir mediciones repetidas de la misma persona. La probabilidad en este caso es  $1/N$  en la primera extracción, la probabilidad de que cualquier individuo no seleccionado previamente sea seleccionado en la segunda extracción es  $1/(N-1)$ . Resulta entonces viable pensar que la misma forma puede ser adecuada para el caso del Agave, solo que en este caso no dependemos de una respuesta o actitud de una persona, más bien dependemos de las condiciones de la plantación específica de que se trate.

---

<sup>47</sup> Naresh K. Malhotra, «Investigación de Mercados», en *Investigación de Mercados*, PEARSON, vol. 1, s.f., 346.

Por lo que utilizar la metodología con reemplazo no se sugiere porque distorsionaría la lógica para la determinación, en un ejemplo muy claro pensemos en una fracción muestreada en donde el lugar donde fueron elegidos los elementos no existen plantas por una cosecha previa o por muerte, si ese lugar no se considera en la muestra distorsionará el resultado de plantas faltantes y al inferir el total del predio a partir de la muestra, el resultado arrojará que no existe muerte cuando quizá este sea el problema principal que se tenga específicamente en ese cultivo.

En una encuesta se pueden generar una serie de errores potenciales que pueden ser:

1. Error de cobertura o sesgo de selección. Este error resulta de la exclusión de ciertos sujetos del listado de población, de tal manera que no tienen oportunidad de ser seleccionados en la muestra.
2. Error de no-respuesta o sesgo de no-respuesta. El error de no-respuesta resulta del fracaso de recolectar datos sobre todos los sujetos de la muestra.
3. Error de Muestreo. Este error refleja la heterogeneidad o las diferencias de oportunidad de muestra a muestra basándose en la probabilidad de los sujetos que están siendo seleccionados en las muestras particulares. El error de muestreo puede reducirse tomando tamaños de muestra mayores, aunque esto incrementará el costo de aplicación de la encuesta.
4. Error de Medición. Este error se refiere a inexactitudes en las respuestas registradas que ocurren debido a una mala formulación de las preguntas, el efecto de un entrevistado sobre el encuestado o el esfuerzo hecho por el encuestado.

Igual que para determinar la muestra para las encuestas en mi proyecto deseo obtener una muestra para hacer el monitoreo de un campo de Agave y que seguramente presentará algunos errores de los tipos comentados y es primordial el identificar de que se trata y cuál es el origen, seguramente el error de cobertura o sesgo de selección puede ser el más importante por lo que se deberá analizar y dar seguimiento, pero insisto, cuando se esté llevando a cabo el proceso, no deben cambiarse los individuos ya que la idea inicial del proceso de monitoreo será en el sentido de seleccionar la muestra dependiendo las condiciones de homogeneidad en cuanto a desarrollo, concentración de plantas por hectárea, facilidades de acceso e incluso accesibilidad.

Como parte del objetivo que se busca cubrir con esta herramienta, es poder emitir dos estudios estadísticos, uno de ellos es el analítico y el otro el enumerativo, el primero se utiliza para analizar información que servirá de base para mejorar un proceso y el enumerativo se utiliza para la toma de decisiones a una población, a manera de ejemplo pensemos en un tazón con figuras en donde la pregunta es que hay en el tazón, mediante el muestreo a lo que existe dentro podemos inferir que es lo que ahí se encuentra. Analizando un resultado obtenido por cualquier metodología podemos entonces diagnosticar o por lo menos inferir la situación del tema en analizado y con esta información podemos empezar a elaborar un plan de acción o plan estratégico para tratar de mejorar o de optimizar el tema.

Cuando hablamos de un estudio enumerativo esperamos información dura y pura que nos lleve a actuar dependiendo del resultado obtenido, por ejemplo si el tema es conocer el número de niños con problemas de obesidad en la ciudad de Guadalajara, el dato que resulte permitirá a la Secretaría de Salud a elaborar una campaña de nutrición y de información de las consecuencias que la obesidad produce.

De igual forma el resultado del cómo se encuentre el Agave en términos agronómicos de fitosanidad, arrojará datos para que los departamentos de operaciones, investigación y desarrollo, cartografía y abastos gestionen acciones correctivas, implementen actividades complementarias o en casos extremos se decida cosechar anticipadamente tratando de minimizar el impacto económico por la muerte o pérdida de la cosecha.

Para el concepto de este trabajo tomaré los conceptos de la Estadística Inferencial considerando que puede generar modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones.

Recordemos que la estadística inferencial se usa para modelar patrones de datos y extraer inferencias acerca del objeto de estudio, en este caso de predios con plantaciones o sembradíos de agave, estas inferencias pueden tomar la forma de estimaciones de características numéricas, que a su vez pueden incluir número de plantas muertas, número de plantas enfermas, medición en términos de porcentaje por tipo de desarrollo de las plantas, estimación de reproducción de hijuelos (semilla), entre los conceptos más relevantes para el negocio en términos de generar información de gestión, información operativa - financiera e información para proyecciones y estimaciones.

Para poder llevar a cabo un estudio estadístico es necesario identificar la naturaleza de los datos que conforman a la población, con el objeto de establecer las variables que se deben manejar, como lo mencione, la idea es que el resultado analítico y enumerativo nos genere información generará datos cuantitativos y datos cualitativos.

Los datos cuantitativos son aquellos que resultan de una medida o de un conteo, pueden determinarse distancias, volúmenes, superficies, etc. Los datos cualitativos por otro lado resultan cuando los elementos no pueden ser medidos debido a su naturaleza y solo se les pueden observar atributos.

Para el resultado que espero en el monitoreo de plantaciones de Agave, los datos cualitativos son el número de plantas clasificadas por su nivel de desarrollo, cantidad de plantas con problemas fitosanitarios o desarrollo y los datos cualitativos podrán ser la descripción como tal del desarrollo de las plantas, medido en crecimiento, coloración, fortaleza y vigorosidad entre las más importantes, que son características relevantes de gestión operativa porque darán pauta a entender si debe llevarse a cabo acciones fuera del plan o fortalecer las existentes, una de las acciones puede ser la aplicación emergente de algún producto químico, tratamiento de malezas, movimientos de tierra o en general la actividad técnica específica que busque solventar el área de oportunidad que le muestreo definió.

Por otro lado y al igual que en las encuestas toma vital importancia el tipo de datos que se generen y la fuente de donde se obtienen, para esos fines pueden utilizarse fuentes secundarias de información, incluso pueden ser fuentes secundarias internas o externas, bases de datos, publicaciones científicas o económicas, entrevistas con expertos o cualquier fuente confiable de donde se puedan tener datos que permitan conocer de inicio datos importantes para iniciar, continuar o confirmar con las encuestas.

Para el objetivo de este trabajo la fuente de información ya en lo particular es directamente el estado en que se encuentra cada plantación y al igual que en los datos de fuentes secundarias, pueden contener información basura que debe identificarse y buscar como corregir el sesgo que provoca, hay que considerar que en el caso de muestreo y sobre todo considerando extensiones tan grandes como es el caso, se requiere hacer visitas constantes identificando puntos nuevos de revisión para que a lo largo de un periodo no muy largo de tiempo, se puedan ir corrigiendo las limitaciones o posibles errores de los muestreos anteriores, para el Agave inicialmente se recomiendan visitas de no más allá de tres meses, en una encuesta el resultado obtenido es base para continuar con una investigación de mercado, en este caso se trata de tener una fotografía razonable determinada con una metodología con cierta base y criterios formales, pero es a la fecha de la toma y tratándose de seres vivos requiere de actualizarse con la frecuencia suficiente.

Si bien es cierto que la información de la industria es relevante en términos de conocimiento de estado fitosanitario, estado agronómico, existencia en el mercado, competidores, situaciones problemáticas actuales e incluso temas de los competidores, el organismo oficial que concentra y difunde estos datos es el Consejo Regulador del Tequila (CRT) y no cuenta con bases actualizadas de la industria porque existe poco orden en la generación y administración de la información, de hecho es una de las razones por las que la Compañía está generando su propia base de datos para tener estadísticos de apoyo en la gestión operativa y consecuente toma de decisiones.

Confirmando entonces lo anterior, no hay que olvidar que la Muestra estudia una parte representativa de la población, tiene la desventaja que puede tener errores de observación o selección o de volumen de información, pero que realizada con una metodología correcta, con personal capacitado y fortalecido es aspectos éticos, considerando el costo beneficio que representa el muestreo respecto de un inventario físico el resultado obtenido será de una razonabilidad adecuada.

### **4.3 MUESTREO<sup>48</sup>**

Para el análisis de datos es muy importante el uso de estadísticas como la media de muestra y la proporción de muestra, con el fin de estimar los parámetros que correspondan en una población en lo general, no hay que olvidar que el interés de la información es extraer conclusiones respecto a una población no respecto a una muestra y es ahí donde se tiene que definir cuál es la metodología adecuada para hacerlo, evidentemente la muestra se utiliza para extraer conclusiones de la población en su totalidad. En la práctica se selecciona aleatoriamente una muestra simple de tamaño predeterminado de la población, los elementos que deben incluirse se determinan mediante el uso de un generador de números aleatorios como podría ser una tabla de números aleatorios, en teoría si cada muestreo pudiera analizarse a la distribución de los resultados se le denominaría “distribución de muestreo”.

---

<sup>48</sup> David M. Levine Mark L. Berenson, *op. cit.*, 320.

El proceso de generalizar estos resultados de muestra para la población se refiere como “inferencia estadística”, es decir, que a partir de un sistema específico de muestreo y bajo ciertas reglas y mecánicas se pueda inferir el estado total de una plantación a través del resultado de una muestra del total de la población, haciendo eficiente el proceso en lo general y optimizando costos y tiempos en lo particular.

#### 4.3.1 MEDIANA

La mediana es el valor medio de la secuencia ordenada de datos, si no hay empates la mitad de las observaciones serán menores y la otra mitad serán mayores. La mediana no se ve afectada por ninguna observación extrema de una serie de datos, por tanto siempre que se presente una observación extrema es apropiado usar la mediana en lugar de la media. Para calcular la mediana de una serie de datos recolectados en su forma sin procesar, primero debe ordenarse la información y después puede utilizarse la fórmula del punto de posicionamiento:  $\frac{n + 1}{2}$

Para encontrar el lugar de la clasificación ordenada que corresponde al valor de la mediana se sigue la siguiente regla:

**Regla 1.** Si el tamaño de la muestra es un número impar, la mediana se representa mediante el valor numérico correspondiente al punto de posicionamiento, la observación ordenada es  $(n + 1)/2$ .

**Regla 2.** Si el tamaño de la muestra es un número par, entonces el punto de posicionamiento cae entre las dos observaciones medias de la clasificación ordenada. La mediana es el promedio de los valores numéricos correspondientes a estas dos observaciones medias.

Para resumir, el cálculo del valor de la mediana se ve afectado por el número de observaciones, no por la magnitud de cualquier extremo. Cualquier observación seleccionada aleatoriamente tiene la misma probabilidad de exceder la mediana como de ser excedida por esta, cuando hablamos de un predio o un cultivo no solamente se trata de unidades homogéneas dentro de una extensión de tierra, sino que se trata de elementos es este caso Agave ubicados en hileras que pueden llegar a medir 500 metros de largo, por lo que el uso de la mediana resulta sumamente útil, práctico y necesario.

#### **4.3.2 MEDICIONES DE VARIACIÓN<sup>49</sup>**

La variación es la cantidad de dispersión o propagación en los datos, dos series de datos pueden diferir tanto en la tendencia central como en la variación o dos series de datos pueden tener las mismas mediciones de tendencia central pero diferir grandemente en términos de variación. Para categorizar cinco mediciones de variación podemos mencionar que son el rango, el rango intercuartil, la varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación. El rango es la diferencia entre la mayor y la menor observación en una serie de datos, normalmente en plantaciones irregulares es más razonable la información agrupada por rangos que por medidas exactas. El rango intercuartil también llamado propagación media, es la diferencia entre el tercer y cuarto cuartiles en una serie de datos, no es recomendable en el caso del muestreo de Agave.

---

<sup>49</sup> *Ibid.*, 118.

El rango y el rango intercuartil no toman en consideración como se distribuyen o agrupan las observaciones. Dos mediciones que si toman en cuenta como se distribuyen todos los valores en los datos, son la varianza y su raíz cuadrada, la desviación estándar. Estas mediciones evalúan la forma en que los valores fluctúan alrededor de la media.

La varianza de muestra es aproximadamente (o casi) el promedio de las diferencias cuadradas entre cada una de las observaciones en una serie de datos y la media. La desviación estándar es simplemente la raíz cuadrada de la varianza de muestra. La varianza y la desviación estándar miden la dispersión promedio alrededor de la media, es decir, como las observaciones mayores fluctúan por encima de ésta y como las observaciones menores se distribuyen por debajo de esta, si consideramos que la media es valor con mayor razonabilidad, la distancia que exista entre esta y el resultado nos dará señales tanto de la gravedad del problema o en todo caso del sesgo por la muestra o de la insuficiencia del tamaño de la muestra.

La varianza posee ciertas propiedades matemáticas útiles sin embargo su cálculo da por resultado unidades cuadradas, por lo tanto para un trabajo práctico la principal medición de variación será la desviación estándar.

Por último el coeficiente de variación es una medida relativa, se expresa como un porcentaje antes que en términos de las unidades de los datos particulares, mide la dispersión en los datos relativa a la media. El coeficiente de variación es útil al comparar la variabilidad de dos o más series de datos que se expresan en diferentes unidades de medición, puesto que lo que importa es precisamente la dispersión que existe las diferentes unidades.

### 4.3.3 MEDIA ARITMÉTICA

Entre las más importantes propiedades matemáticas de la media aritmética para una distribución normal se encuentran las siguientes:

1. Imparcialidad
2. Eficiencia
3. Consistencia

La imparcialidad implica el hecho de que el promedio de todas las medias de muestras posibles será igual a la media de la población, tomemos como ejemplo una población de  $N=4$  con tamaños de muestra de 2, si seleccionamos dos muestras con reemplazo, podríamos obtener 16 muestras posibles, el promedio de cada una de las muestras es igual a la media de la población. Por lo tanto hemos demostrado que la media aritmética de muestra es un estimador imparcial de la media de la población, al menos estamos seguros que el promedio de todas las medias de muestra que se podrían haber seleccionado será igual a la media de la población, dicho en otras palabras significa que cada elemento del universo puede ser considerado y tratándose de plantas de Agave que no necesariamente tienen un comportamiento en términos de desarrollo y calidad semejante, es importante que todos y cada uno de los elementos sea considerado en la muestra, incluso si en lugar de un Agave existe un hueco, este debe considerarse para que el modelo arroje que existe un porcentaje en el universo como faltante de Agave o Agave muerto, robado o que fue comido por animales pero que físicamente no está.

La eficiencia se refiere a la precisión de la muestra estadística como un estimador del parámetro de población. La media de muestra se acercará más estable que otras mediciones de tendencia central.

La consistencia se refiere al efecto del tamaño de muestra sobre la utilidad de un estimador. Para distribuciones como la normal, la media aritmética se considera más estable de muestra a muestra que otras mediciones de tendencia central. Para una muestra de tamaño  $n$ , la media de muestra se acercará más, en promedio, a la media de población que cualquier otro estimador imparcial, por lo que la media de muestra es una mejor estimación de la media de la población.

#### **4.4 LEVANTAMIENTO DE DATOS**

Consiste en obtener información mediante la inspección de cada uno de los predios y plantas, el proceso consiste en realizar recorridos de campo por las zonas agrícolas en lo general y dentro de cada predio en lo particular, a fin de detectar las zonas con presencia de algún tipo de desviación respecto del proceso normal de desarrollo. La información obtenida durante esta actividad, sirve para tener las ubicaciones de cada uno de los puntos de control y muestreo, tratando desde el arranque en este momento de asegurar el análisis de los lugares en donde se presente un problema o un área de oportunidad para mejorar el cultivo.

Lo primero que debe hacerse es tener toda la información respecto al universo que se pretende muestrear, en este caso se tiene un listado completo con la información detallada y de identificación de los predios, que son entonces nuestro universo meta, este listado contiene el ID de identificación que fue generado al momento que de su establecimiento utilizando los procesos y controles que la Compañía tiene diseñados para este fin, cabe mencionar que el proceso de creación de un predio no es tema de este trabajo, esto es lo que llamaremos Marco de Muestreo.

Como datos relevantes el listado también incluye la ubicación geográfica por estados y municipios, la edad de cada uno de los cultivos también forma parte de los datos del listado. Otra información relevante que se incluye en el listado base son precisamente las hectáreas utilizadas por predio, el número de plantas originalmente establecidas y la secuencia de movimiento de plantas durante toda la vida de la cosecha, movimientos tales como bajas por muerte o algún evento climatológico, alta de plantas por replantes, baja de plantas por cosecha son conceptos que se destacan a nivel global en dicho listado. Con la información que hoy se tiene en la industria del Agave, se identifica que existen zonas geográficas que favorecen a las enfermedades que atacan esta variedad de plantas, zonas en donde el desarrollo se comporta de manera relativamente homogénea, zonas en donde el Agave crece por encima del promedio de la Compañía, por todo esto un elemento necesario para el muestreo será el segmentar por regiones o ubicación geográfica el universo para efectos de seleccionar el tamaño de la muestra, utilizando un método probabilístico de tipo Polietápico o por Conglomerados segmentando precisamente por ubicación geográfica y también por edad.

La frecuencia del muestreo en términos generales y condiciones normales debe hacerse por lo menos una vez al mes, y en caso de condiciones extraordinarias cuándo algún factor climatológico incrementa el riesgo de dispersión de la plaga el departamento de investigación y el de operaciones deberán definir la frecuencia necesaria para evitar pérdidas por muerte o en todo caso para tomar decisiones en términos de jimar (cosechar) anticipadamente las plantas que se muestren con un daño tan severo que no pueda revertirse el impacto con tratamientos o con manejo agronómico.

Como parte de la metodología del muestreo, la selección de las plantas ya como elementos a muestrear, será mediante el Azar Simple y con la mecánica que se explica más adelante, sin embargo se priorizan aquellas plantas que manifiestan síntomas típicos como el amarillamiento de las hojas, marchitez en hojas y puntas, así como, un tono diferente al azul que normalmente presenta un Agave en buenas condiciones. En ocasiones, la sintomatología puede ser confundida con otras enfermedades o deficiencias nutrimentales, incluso con el llamado estrés hídrico, ya que el Agave durante todo un año no recibe agua, solo recibe la que en el temporal cae, muy pocas plantaciones tienen sistema de riego pero económicamente no es viable hacerlo por este medio, en este sentido es de suma importancia que el personal técnico operativo se auxilie de una guía especializada de síntomas que le permita realizar oportunamente la comparación de los mismos; además de ello, deberá constatarse la presencia o ausencia de la plaga, es importante mencionar que el aspecto técnico no forma parte del alcance de este trabajo.

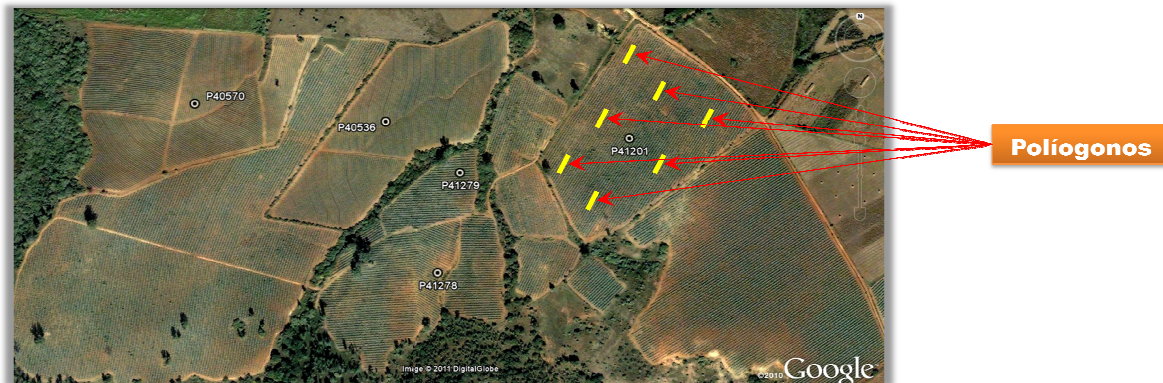
#### **4.4.1 OBTENCIÓN DE DATOS FUENTES SECUNDARIAS**

Como en cualquier investigación para efectos de poder iniciar con el monitoreo en el campo de Agave se requiere contar con una serie de datos e información que nos permita conocer en términos generales el universo al que nos enfrentamos, en principio se requiere de un listado del total de predio base del monitoreo, podemos entender este listado como la población total, sin embargo para efectos del monitoreo, debemos considerar cada predio como la población meta o base de análisis.

Recordar que por tratarse de seres vivos, su comportamiento, desarrollo y nutrición entre otras cosas no es la misma de predio en predio, pueden existir similitudes en zonas geográficas cercanas una de otra, pero cada Agave es un ser vivo independiente y con un comportamiento específico e individual.

El listado debe contener la descripción de cada predio, nombre del predio, ID identificando su ubicación geográfica, cuánto mide cada predio con su ubicación georeferenciada, cuantas plantas contiene e incluso es importante incluir el costo de cada predio acumulado a la fecha de reporte. Toda esta información es relevante para la toma de decisiones y para el enfoque del tipo de análisis respecto a lo exhaustivo que debiera ser en cada caso en lo particular. Adicional a los datos cuantitativos se debe tener información cualitativa respecto a la historia que agronómicamente ha presentado predio a predio en el sentido de historia de enfermedades, historia de muerte, presencia de plagas durante la vida de cada predio, presencia de enfermedades, registro de algún fenómeno natural que eventualmente pudo presentarse, el análisis previo a la contratación en donde se indican las recomendaciones de mejora del suelo, trabajos agrícolas, programa de mejoramiento del suelo y tratamiento de la fauna, entre los asuntos más importantes y en general cualquier información extraordinaria de la que se tenga antecedente y registro. El modelo de formato puede ser como el que a continuación se muestra:

**Figura 2. Ejemplo de predio con ubicación satelital**<sup>50</sup>



Como lo he mencionado, todos los predios son identificados mediante ubicaciones satelitales y a su vez se controlan con un código interno en donde se registra todo su historial, desde su análisis de viabilidad como el día a día de sus actividades.

**Formato 2.Relación de plantaciones**<sup>51</sup>

ID Identificación	Nombre del Predio	Codigo CRT	Año	Tipo	ID Zona	Plantas originales	Bajas acumuladas	Jima	Saldo de Plantas	Georeferencia	Costo por Planta
XXXX	El abajeño III	CRT010	2004	Aparcería	Bajío	45,850	295	18,540	27,015	XXXXX	\$ xx

Una vez teniendo el panorama general de la población, debe agruparse por segmentos con características similares, puede utilizarse como llave la zona geográfica identificando la población o ubicación más representativa en que converjan cierto número de predios, normalmente esta identificación se logra utilizando el dato de la columna ID Zona, es importante mencionar que a pesar de tratarse de predios ubicados en una misma zona, no necesariamente comparten características similares, pueden tener desarrollo diferente, madurez diferente, problemas de plaga o enfermedad también diferente.

<sup>50</sup> Imagen obtenida de manera interna.

<sup>51</sup> Documento de control propuesto.

Incluso en algunos casos no solo entre predio y predio hay diferencias, sino que dentro de un mismo predio suelen encontrarse diferencias de humedad, desarrollo, enfermedad o desarrollo, es por eso que cobra relevancia el saber en lo general como está el Agave pero en lo particular que podemos o más bien que debemos hacer para minimizar los riesgos y buscar el desarrollo óptimo del cultivo.

#### **4.4.2 MUESTREO EN CAMPO DE AGAVE Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

Recordemos que la industria del Agave ha pasado por una serie de eventos en su historia que han llevado a tener pérdidas económicas por muerte de los cultivos en grandes magnitudes, por un lado al tratarse de un inventario integrado por seres vivos que se encuentra al aire libre está expuesto a las inclemencias del clima, sobre todo a las heladas, a los incendios, a las inundaciones, en estos casos si bien es cierto que son eventos de la naturaleza y no son controlados por el hombre, se llevan a cabo algunas acciones preventivas que permiten razonablemente minimizar un riesgo, pero es claro que estos eventos no pueden preverse o planearse y en la mayoría de los casos son eventos inesperados e inevitables. Por otro lado en el desarrollo del día a día de un cultivo de Agave se presentan algunos factores que indican si la evolución de la planta es la correcta, es la esperada y se encuentra dentro de los rangos técnicos en términos agronómicos y fitosanitarios, es entonces cuando se debe tener diseñada una metodología de monitoreo constante y suficiente que aporte datos, análisis, evaluaciones y tendencias que den la pauta a la gente experta y operativa de gestionar acciones que redunden en la consecución de objetivos de negocio.

Uno de los conceptos que más ha venido ocurriendo en las últimas dos décadas ha sido el tema de afectación de enfermedades causadas por patógenos, entre las que destacan la marchitez del agave, la pudrición del cogollo y el amarilla miento, atribuidas en la mayoría de los casos a *Fusarium oxysporum*, *Erwinia carotovora* (*Pectobacterium agavícola*) y *Cercospora sp.*, respectivamente<sup>52</sup>. Las escalas para clasificar la severidad de daño por las enfermedades más frecuentes, marchitez y/o pudrición del cogollo, ya han sido desarrolladas y soportada la sintomatología visual con parámetros bioquímicos. Sin embargo, no se ha desarrollado una técnica de monitoreo que permita muestrear en el caso de enfermedades, la frecuencia e intensidad de la misma en las plantaciones de Agave de la Compañía y en el caso del desarrollo agronómico, madurez y plagas no se ha definido tampoco la metodología que provea información puntual de gestión en esos conceptos.

La propuesta de este trabajo para la Unidad Agrícola es medir en términos económicos el impacto de las enfermedades, desarrollo agronómico y estado fitosanitario en las plantaciones de agave empleando la técnica de muestreo “5 de Oros”, técnica que el Consejo Regulador del Tequila ha propuesto sin que realmente se haya formalizado en los integrantes de la industria. Esta metodología se utiliza también para muestreo en huertos comerciales de palmas, para identificar sobre todo el ácaro rojo tal como se indica en una presentación emitida por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria de la SAGARPA por parte del Gobierno Federal de México, en donde entre otras cosas comentan:<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Hilda Rodríguez Rebollar, *op. cit.*, 21.

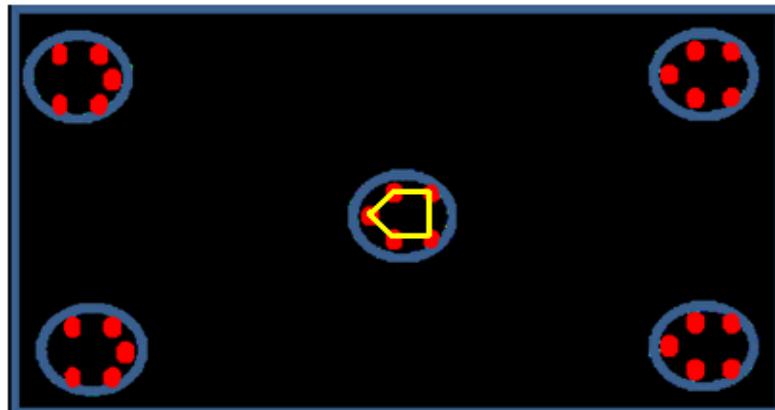
<sup>53</sup> SENASICA SAGARPA, *Ácaro rojo de las palmas*, s.f., desde <http://www.senasica.gob.mx/?id=4515>.

El muestreo se realiza a través de la metodología de “cinco deoros”, la cual consiste en revisar 5 puntos dentro del huerto, uno al centro y los 4 restantes en los extremos del predio. Por cada punto de muestreo se procede a revisar las plantas que correspondan, en función de la superficie (Cuadro 6). Cabe señalar, que en la medida de lo posible la disposición espacial de las plantas deben formar un pentágono.

**Cuadro 6. Determinación de puntos de muestreo**<sup>54</sup>

Superficie del sitio a muestrear (hectáreas)	Número de puntos de muestreo	No. de plantas por punto de muestreo	Total de plantas a muestrear
0.1 - 5	5	2	10
5.1 - 10	5	3	15
10.1 - 20	5	4	20
20.1 - 50	5	5	25
Mayor a 50	5	10	50

**Figura 3. Esquema de muestreo y disposición de las plantas en los sitios de muestreo**



<sup>54</sup> *Ibid.*

En principio esta metodología es razonable y puede ser utilizado para monitorear las plantaciones de Agave, sin embargo debido al bajo número de sitios de muestreo que involucra, su representatividad es reducida, tomemos en cuenta la gran variabilidad en las propiedades del suelo, substrato de nuestra planta de interés, que el sujeto a muestrear es un ente biológico y que las condiciones del clima detonan la virulencia del patógeno, para enfrentar esta complejidad es indispensable desarrollar una técnica de muestreo más representativa. En el muestreo de suelos para evaluar su fertilidad así como en el muestreo de material vegetal para conocer su situación nutricional se han desarrollado técnicas sistemáticas desalineadas que han demostrado estadísticamente ser más representativas que el típico muestreo al azar en Zigzag.

Debido al alto impacto económico de las enfermedades y los factores que indican que el desarrollo del Agave puede no ser el mejor al no detectar oportunamente alguna desviación en el proceso de desarrollo normal, de vital importancia desarrollar una técnica de muestreo fitosanitario que fortalezca la toma de decisiones, este trabajo además de la posibilidad de aplicar la metodología del 5 de Oros, evalúa la posibilidad de otras tres técnicas de muestreo que sean sencillas para poder ser aplicadas de manera operativa y recurrente, que sea de rápida aplicación e implementación y sobre todo representativa para que el resultado muestre la condición fitosanitaria, desarrollo y presencia o no de enfermedades o plagas, asimismo que pudiera definir el grado de severidad en caso de daño o el grado de deficiencia en caso de del desarrollo y fitosanidad.

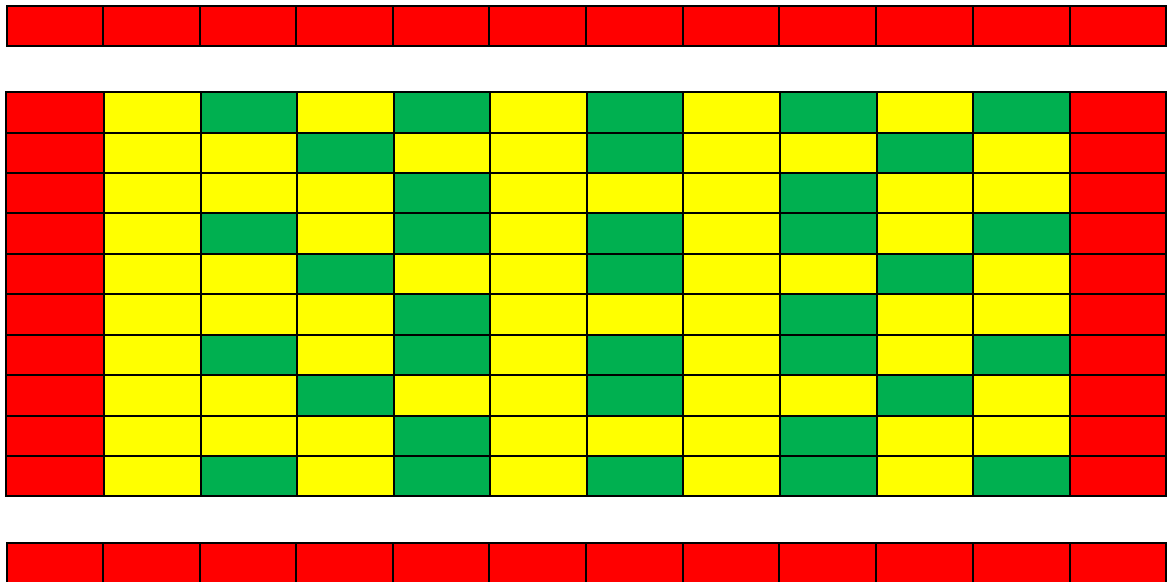
La hipótesis para la muestra nos indica que a mayor tamaño de muestra mayor probabilidad de involucrar tipos de enfermedad y grados de severidad de daño de baja frecuencia y también baja la incertidumbre respecto a si existen problemas de desarrollo, existencia de plagas o incluso faltante de Agave. Respecto al faltante de Agave, en la historia de la Compañía ha sucedido que cuando el precio de mercado se ha disparado en las llamadas crisis del agave, de una semana a otra han desaparecido predios completos.

El proyecto es hacer un muestreo Sistemático Desalineado 10/35 (n), compararlo con la técnica simplificada de muestreo Sistemático Desalineado 10/25 (5) y con la técnica de muestreo “5 de Oros” (Desalineado 10/5 (20)). El hecho de realizar un muestreo sistemático da la oportunidad de localizar con precisión las plantas muestreadas y volver a tomar datos de avance de la enfermedad en las mismas plantas y seguimiento de los faltantes, de la plaga o del bajo desarrollo del Agave.

La fracción indica con el numerador, que se elimina el 10 por ciento de hileras de plantas y 10 por ciento de plantas en cada hilera, en los extremos de la parcela a muestrear, con lo que se omite el efecto de borde u orilla, ya que el trabajo que se hace con maquinaria como rastras, arados y tractores puede en ocasiones dañar las plantas del borde y orilla, con esto evitamos que la muestra se distorsione por este efecto. El denominador señala el número de sitios de muestreo, y la cifra entre paréntesis manifiesta el número de plantas que constituyen la unidad de muestreo. Mientras que en la primera técnica la unidad de muestreo depende del número (n) de plantas por hilera, el cual es variable, en los otros muestreos el número de plantas a muestrear por unidad es fijo.

A continuación se describe en detalle cada una de las técnicas de muestreo evaluadas:

**Figura 4. Esquema de muestreo fitosanitario sistemático desalineado 10/35<sup>55</sup>**



#### Color

#### Descripción

**Rojo**

Hileras y Plantas eliminadas como extremos

**Amarillo**

Unidades **no** consideradas en el muestreo

**Verde**

Unidad de muestreo

#### Procedimiento

- Inventario de Hileras y Número de Plantas por Hilera.
- Eliminación del 10 % de Hileras: 5 % en cada extremo.
- Eliminación del 10 % de Plantas por Hilera: 5 % en cada extremo.
- Número de Hileras a muestrear: **10**
- Intervalo de las Hileras a muestrear: Número de hileras, eliminando los extremos x 0.10.

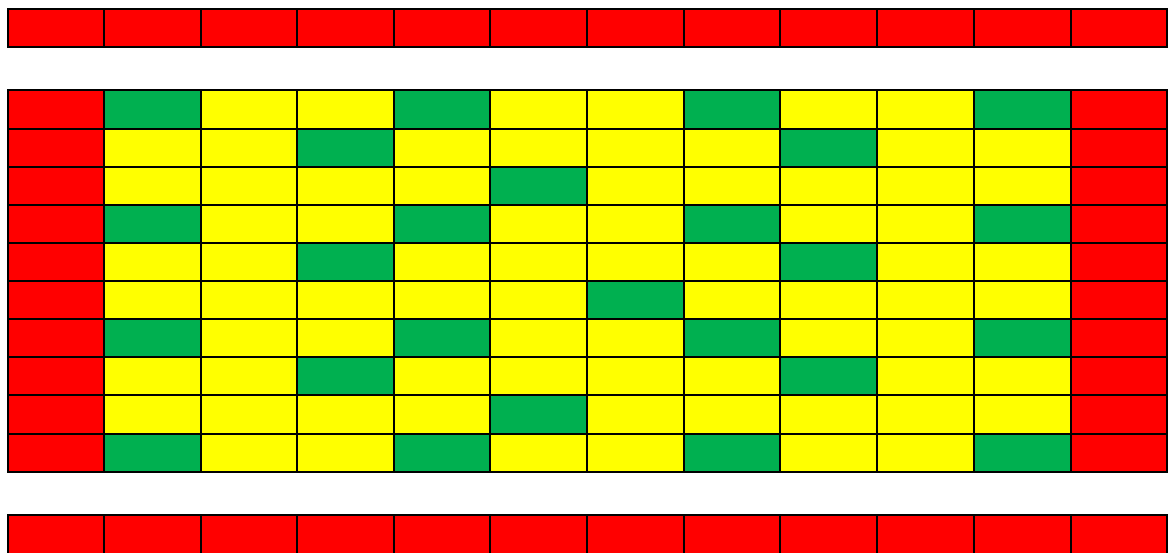
<sup>55</sup> Esquema interno propuesto por la Compañía.

- Localización de las hileras a muestrear de acuerdo al intervalo establecido.
- Número de Plantas a muestrear por Hilera (Unidad de Muestreo)
  - Número de Plantas, eliminando los extremos x 0.10.
- Primera línea de muestreo o línea Maestra:
  - 5 Unidades de muestreo.
  - Una vez eliminado el extremo de la hilera, se considera un espacio sin muestrear igual a la unidad de muestreo, y luego se da inicio al muestreo.
  - Enseguida se ubican alternadamente las unidades de muestreo.
- Segunda línea de muestreo:
  - 3 Unidades de muestreo.
  - Una vez eliminado el extremo de la hilera, se considera un espacio sin muestrear igual a dos unidades de muestreo, antes de iniciar el muestreo.
  - Se ubican las unidades de muestreo alternadamente, con un espacio sin muestrear de dos unidades de muestreo.
- Tercera línea de muestreo:
  - 2 Unidades de muestreo.
  - Una vez eliminado el extremo de la hilera, se considera un espacio sin muestrear igual a tres unidades de muestreo, antes de iniciar el muestreo.
  - Se ubican las unidades de muestreo alternadamente, con un espacio sin muestrear de tres unidades de muestreo.

Este proceso se repite hasta completar 10 líneas de muestreo.



**Figura 5. Esquema de muestreo fitosanitario sistemático desalineado 10/25<sup>57</sup>**



**Color**

**Descripción**

**Rojo**

Hileras y Plantas eliminadas como extremos.

**Amarillo**

Unidades **no** consideradas en el muestreo.

**Verde**

Unidad de muestreo.

**Procedimiento.**

- Inventario de Hileras y Número de Plantas por Hilera.
- Eliminación del 10 % de Hileras: 5 % en cada extremo.
- Eliminación del 10 % de Plantas por Hilera: 5 % en cada extremo.
- Número de Hileras a muestrear: **10**
- Intervalo de las Hileras a muestrear: Número de hileras, eliminando los extremos x 0.10.
- Localización de las hileras a muestrear de acuerdo al intervalo establecido.

<sup>57</sup> Esquema interno propuesto por la Compañía.

- Número de Plantas a muestrear por Hilera.
  - Unidad de Muestreo = 5 Plantas.
- Primera línea de muestreo o línea Maestra:
  - 4 Unidades de muestreo.
  - Una vez eliminado el extremo de la hilera, se inicia con la primera unidad de muestreo de 5 plantas.
  - Las unidades de muestreo se ubican alternadamente, con un intervalo igual al número de plantas de la hilera sin los extremos y menos las 20 plantas involucradas en el muestreo, luego dividido entre 6 y multiplicado por 2. Ejemplos:  $200 - 20 = 180$ ;  $180 - 20 = 160$ ;  $160/6 = 26.66^*$ ;  $26 \times 2 = 52$ .  
 $135 - 13.5 = 121.5$ ;  $121.5 - 20 = 101.5$ ;  $101.5/6 = 16.91^*$ ;  $16 \times 2 = 32$ .  
\* Siempre redondear la cifra al número entero anterior.
- Segunda línea de muestreo:
  - 2 Unidades de muestreo.
  - Las unidades de muestreo se ubican alternadamente, con un intervalo igual al número de plantas de la hilera sin los extremos y menos las 10 plantas involucradas en el muestreo, luego dividido entre 8 y multiplicado por 2 para el primer y tercer intervalo. Para el segundo intervalo se multiplica por 4. Ejemplos:  $200 - 20 = 180$ ;  $180 - 10 = 170$ ;  $170/8 = 21.25^*$ ;  $21 \times 2 = 42$ ;  $21 \times 4 = 84$ .  
 $135 - 13.5 = 121.5$ ;  $121.5 - 10 = 111.5$ ;  $111.5/8 = 13.93^*$ ;  $13 \times 2 = 26$ ;  $13 \times 4 = 52$ .  
\* Siempre redondear la cifra al número entero anterior.

- Una vez eliminado el extremo de la hilera, se inicia con un espacio sin muestrear o primer intervalo entre unidades de muestreo.
- Inmediatamente del espacio anterior, se inicia con la unidad de muestreo, en este caso 5 plantas, luego un intervalo doble del anterior, otra unidad de muestreo y finalmente el tercer intervalo, igual al primero.
- Tercera línea de muestreo:
  - 1 Unidad de muestreo.
  - La unidad de muestreo se ubican entre dos amplios espacios de plantas sin muestrear. El primer espacio es igual al número de plantas de la hilera sin los extremos y menos las 5 plantas involucradas en el muestreo, luego dividido entre 9 y multiplicado por 4 para el primer espacio y por 5 para el segundo espacio. Ejemplos:
 

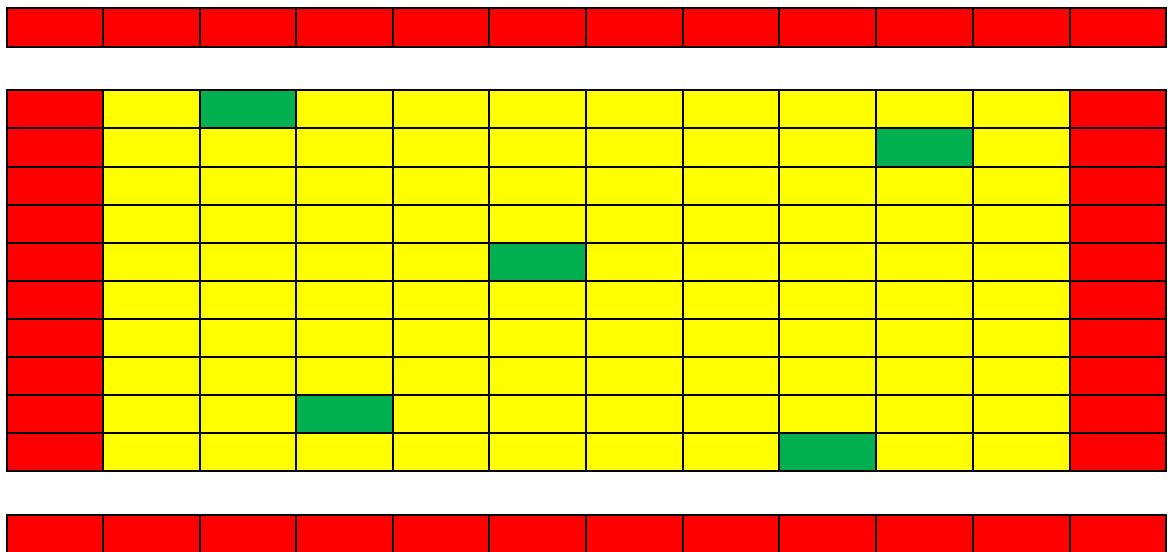
$200 - 20 = 180$ ;  $180 - 5 = 175$ ;  $175/9 = 19.44^*$ ;  $19 \times 4 = 76$ ;  $19 \times 5 = 95$ .

$135 - 13.5 = 121.5$ ;  $121.5 - 5 = 116.5$ ;  $116.5/9 = 12.94^*$ ;  $12 \times 4 = 48$ ;  $12 \times 5 = 60$ .

\* Siempre redondear la cifra al número entero anterior.
  - Una vez eliminado el extremo de la hilera, se considera el primer amplio espacio sin muestrear, antes de iniciar el muestreo, en este caso de 5 plantas, y posteriormente el segundo amplio espacio de plantas sin muestrear.

Este proceso se repite hasta completar 10 líneas de muestreo. Sin embargo, en la segunda serie de muestreo, la unidad de muestreo de 5 plantas se ubica entre un primer y mayor amplio espacio y un segundo y menor amplio espacio de plantas sin muestrear. La tercera serie de muestreo es similar a la primera serie. En La línea 10 se repite el procedimiento de la primera línea de cada serie.

**Figura 6. Esquema de muestreo fitosanitario 5 de Oros 10/5<sup>58</sup>**



**Color**

**Descripción**

**Rojo**

Hileras y Plantas eliminadas como extremos

**Amarillo**

Unidades no consideradas en el muestreo

**Verde**

Unidad de muestreo

**Procedimiento.**

- Inventario de Hileras y Número de Plantas por Hilera.
- Eliminación del 10 % de Hileras: 5 % en cada extremo.

<sup>58</sup> Esquema interno propuesto por la Compañía.

- Eliminación del 10 % de Plantas por Hileras: 5 % en cada extremo.
- Ubicación de las 5 unidades de muestreo:
  - Una vez eliminadas las hileras de los extremos se divide el número de hileras restante entre 5, y ese será el intervalo entre hileras a muestrear.
  - Después de eliminar los extremos de cada hilera, se deja un espacio de 20 plantas sin muestrear en cada lado.
  - En el extremo izquierdo se localizan 2 sitios de muestreo, uno arriba y otro abajo, desalineados, en las líneas de muestreo 1 y 4, identificadas de acuerdo al intervalo establecido entre hileras a muestrear.
  - Los sitios de muestreo 2 y 5 se ubican en el extremo derecho, uno arriba y otro abajo, también desalineados, en las líneas de muestreo 2 y 5 respectivamente, tal como se muestra en el esquema.
  - El sitio 3 se localiza en la línea 3 de muestreo, prácticamente en el centro de la parcela a muestrear.
  - La unidad de muestreo consta de 20 plantas en dos hileras contiguas, un enfrente de la otra, con dos sub muestras de 10 plantas en cada hilera, con un desfase de 10 plantas de una hilera respecto a la otra.

### 4.4.3 USO DE RECEPTORES DE SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)<sup>59</sup>

Un GPS es un sistema de radio-navegación basado en los satélites, donde el receptor GPS determina su posición geográfica X, Y y Z midiendo su distancia a los diferentes satélites. Hay 24 satélites de GPS operativos que están circulando alrededor de la tierra en diferentes órbitas y todos transmiten su posición espacial. Determinando el horario de los diferentes satélites, que se corresponde con la distancia, se obtiene la posición geográfica. El error en la estimación de posiciones de campo es del orden de unos pocos metros, dependiendo de la calidad del receptor y en el caso de predios de Agave, dependiendo si existen pendientes, riachuelos, o cualquier irregularidad en el suelo.

El GPS en campo lo utilizaremos para dos temas fundamentalmente, la primera será para ubicar con precisión el predio a muestrear, en donde basados en la medición y registro que se tiene en el listado maestro, pero también como en cualquier proceso de control debemos asegurarnos de que la información que se levante en el punto indicado precisamente sea tomada de ese punto, no olvidar que el trabajo depende de manera importante de la actuación de una persona responsable de llevarlo a cabo y como proceso de control debemos asegurarnos que se llevan a cabo todos y cada uno de los pasos del muestreo tal y como fueron planeados por los responsables de la Compañía.

En el predio o campo el GPS lo utilizaremos entonces para

- Llegar hasta la parcela y llegar al punto inicial de cada parcela;

---

<sup>59</sup> «Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales», s.f., 171, desde <http://www.fao.org/forestry/19992-0dd65f41c8e347098f2eaa8a829cbf6d4.pdf>.

- Para verificar la posición de la parcela después de 125 metros (a medio camino) y después de 250 metros (al final de la parcela);
- Para obtener la coordenada de los puntos de referencia (posición del marcador y mientras se accede a la unidad de muestreo).

Existe hoy en día tecnología avanzada para detección de existencia de Agave mediante fotos satelitales que pueden mediante imágenes con cierta coloración y frecuencia definir en donde se tiene Agave y con las coordenadas registradas en cada cultivo identificar cuáles son de la Compañía, sin embargo como lo hemos comentado esta tecnología no proporciona datos más allá de si hay Agave o no, y como hemos analizado es de vital importancia para la Compañía el detectar problemas de existencia de enfermedad y su gravedad, detectar si existe un problema de plagas o no, identificar y dar seguimiento al desarrollo agronómico del Agave, definiendo alternativas de manejo o de aplicaciones extraordinarias de agroquímicos, entre otras cosas.

El aspecto técnico para el uso de esta tecnología no es parte de este trabajo, sin embargo trataré de expresar únicamente los detalles operativos del mismo para clarificar su función y la utilidad del mismo. En este sentido es importante mencionar que la posición GPS puede diferir en unos metros y podría distorsionar la lectura a nivel de reporte de control, para ello es requisito fundamental el que las primeras lecturas se hagan hacia el interior del predio o del cultivo, esto minimiza el riesgo de error de lectura y lo acota solo para aquellos cultivos que se encuentran en superficies pequeñas, digamos menores a una hectárea pero considerando el tamaño de la muestra, estos predios no distorsionan la razonabilidad del análisis en su conjunto.

En términos generales para iniciar a utilizar el GPS podemos resumirlo en los siguientes puntos:

1. Se inicializa el GPS (solamente en un primer uso)
2. Se establecen unidades. Debe elegirse un sistema apropiado de coordenadas y de datos.
3. Se introducen las coordenadas del punto inicial de las parcelas en el receptor GPS como puntos de observación
4. Las coordenadas ya se encuentran relacionadas con un nombre del predio, este nombre se asignó previamente utilizando el mismo que el dueño del predio ha utilizado tradicionalmente, a dicho nombre se le asigna un código que sistemáticamente define el software administrativo de la empresa

Con estos cuatro puntos ya se puede iniciar el uso del GPS, estas actividades pueden llevarse a cabo directamente en el predio o no, puesto que se trata únicamente de la carga de información de referencia, no se ha iniciado aún con la lectura y ubicación en campo. Ya en campo se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Leer las coordenadas y marcar la posición del punto inicial desde donde el equipo de campo comienza a acceder a pie a la unidad de medida o base de datos
2. Identificar el punto inicial de la parcela más cercana, es importante mencionar que antes de iniciar a monitorear un predio se llevó a cabo una planeación de actividades mensuales y semanales en donde ya fue analizada la situación y ubicación teórica de cada predio y fueron agrupados de tal manera que pueda aprovecharse una visita a un sitio para lograr revisar la mayor parte de predios posibles con la misma visita y evitar pérdidas de tiempo por traslados

3. Navegar hasta el punto inicial de la primera parcela a inventariar
4. Leer y marcar la posición del punto de referencia durante el acceso al predio, si la lectura es correcta, automáticamente aparecerán los datos de identificación del predio, por lo menos con su nombre y su ID
5. Leer y marcar la posición del marcador. Cuando se identificó y se inicia con el registro de incidencias en el equipo, se crea un registro de evidencia por la visita del sitio.
6. Leer y marcar la posición del centro y del final de la parcela. Recordemos la variabilidad que existe en la lectura con el uso de esta tecnología, esto minimiza el riesgo por sesgo en la ubicación
7. Navegar hasta el punto inicial de la próxima parcela (“Go To”)

# **CAPÍTULO V**

## **IMPLEMENTACION Y RESULTADOS**

## INTRODUCCION

Para entender mejor la propuesta del monitoreo tomaremos unos predios como modelos para aplicar el proceso propuesto y dar oportunidad que las áreas de mejoras se identifiquen rápidamente de forma tal que puedan hacerse los ajustes , adecuaciones antes de intentar lanzarlo como aplicación a una cantidad mayor de predios. El plan de aplicación contempla que una vez revisado el predio modelo, se utilice por principio de cuentas en tres predios de cada una de las zonas geográficas de la Compañía, la propuesta es que se tomen predios con diferentes características respecto al tamaño, densidad y estado fitosanitario para tener elementos de comparación con variables diferenciales en cada uno de ellos.

En el predio modelo deben evaluarse todo el proceso, desde la carga de la información en campo en donde debe observarse:

- Identificación con GPS del predio modelo
- Listado en donde se describan los generales del predio modelo, ID, nombre, medidas, inventario de plantas, edad, zona y costo
- Habilitación de la computadora o cualquier otro equipo portátil con el formato de captura de la información
- Ubicación dentro del predio en la superficie a muestrear
- Recorrido por toda la superficie elegida, es sumamente importante considerar que la metodología sea lo suficientemente clara y completa para la gente que lleva a cabo el proceso, en donde si existen plantas con problemas o extraordinarias al lado de las plantas muestreadas y sea tentador considerarlas, no debe suceder porque de hacerlo la metodología no funcionaría

## 5.1 MUESTREO EN UN PREDIO

Para iniciar el muestreo en un predio, una vez que el personal fue capacitado en la logística de la selección de los elementos que integran el universo, partimos entonces del listado con la base de datos que incluye la información relevante de identificación y ubicación de cada uno de los predios y es en ese listado en donde se parte con la carga de datos para el muestreo, los datos que incluye el listado son:

- Nombre del Predio
- ID del predio
- Número de hectáreas de cada predio
- Cantidad de plantas de Agave que contiene cada predio
- Edad de cada predio
- Zona geográfica que para efectos de control logístico existe en la Compañía
- Ubicación geo referenciada de cada uno de los predios

En la base de datos se cuenta con las coordenadas geográficas de cada punto que conforma el polígono del predio, con lo cual el algoritmo cargado en un equipo de cómputo valida que el personal encargado de llevar a cabo el procedimiento se encuentra físicamente en el predio previamente elegido, puntualizar que con este control mitigamos dos posibles riesgos, el primero es asegurarnos que el personal asignado para esta actividad no tenga problemas en ubicar el predio.

Es necesario resaltar el hecho de que los predios en donde la Compañía cultiva el Agave no se encuentran necesariamente cercanos a zonas pobladas sino que muchas de ellos se encuentran hacia el interior de zonas rurales sin calles de acceso o referencias visuales como en los pueblos o ciudades, por ello el guiarse con las coordenadas del predio es fundamental. Por otro lado el riesgo que se trata de minimizar es del tipo de control interno, ya que el uso de GPS genera un registro de visita en donde es posible revisar que el personal a cargo de hacer el proceso realmente haya hecho su visita física y que la información no fue hecha sin sustento o sin los elementos mínimos de revisión técnica.

## 5.2 CARGA DE INFORMACIÓN EN PLATAFORMA

En promedio cada predio cuenta con 48 puntos para conformar su polígono, teniendo como valor máximo un predio con 1563 puntos y los datos de la evaluación son acompañados de la ubicación geográfica de cada uno de los cuadrantes en que se tomo la muestra, para efectos ilustrativos incluyo una foto de un colaborador tomando la muestra utilizando el equipo y la metodología;

***Figura 7. Ejemplo de toma de datos por evaluador en Predio <sup>60</sup>***



Observemos que se diseño un arnés para cargar el equipo de cómputo de manera segura y evitar el reflejo del sol en la pantalla, el recorrido se va haciendo por los pasillos entre Agave y Agave y las incidencias van siendo registradas en el equipo utilizando una pantalla diseñada pensando en agilizar el proceso de captura, sobre todo considerando que es al aire libre, que el calor y humedad puede ser sumamente agresivos y el proceso si bien debe llevarse a cabo puntualmente, tiene que ser ágil y práctico.

---

<sup>60</sup> Imagen obtenida de manera interna.

El formato que se ha diseñado y se ha integrado a la plataforma como inicio del proyecto tiene habilitados casilleros para indicar si se encuentra la planta, si se encuentra con alguna irregularidad o si el espacio se encuentra vacío o la planta está muerta, por lo que basta dar un clic al cuadro que representa la planta y la incidencia quedará automáticamente registrada con autoguardado automático.

Otro valor agregado que genera el que este formato se maneje en el sistema, es que los datos generales de todos los predios vienen de alguna manera pre-cargados y basta solo con indicar el ID del predio muestreado y los datos de nombre, ubicación, año de plantación. Adicionalmente y considerando que en la visita se pueden tomar más incidencias que las ya platicadas, he incluido campos adicionales para carga de incidencias, estos son si existen plagas detectadas en la visita ya que para esto se lleva a cabo un proceso de trampeo específico con una metodología y tiempos específicos y por otro lado agregue un campo para la estimación en la existencia de hijuelos, porque recordemos que la única manera económicamente viable de obtener semilla de Agave es mediante el arranque de las planta que nacen alrededor del Agave denominado Planta Madre, y como su nacimiento y reproducción es por un proceso natural, si no se toma como incidencia su registro, no existirán reportes o por lo menos datos de su disponibilidad. Cuando se trata de plantaciones que no son tan grandes no existe por lo menos tentativamente un riesgo de suficiencia de hijuelos, el problema es cuando el requerimiento para plantar es de casi 15 millones de plantitas, el no tener datos regularmente confiables puede ocasionar un riesgo estratégico de negocio de magnitudes importantes.

No solo por la Compañía que ve el campo, sino estratégicamente a nivel de no contar con Tequila suficiente para cubrir demandas existentes y sobre todo las demandas futuras con las proyecciones de crecimiento que hoy se tienen.

El formato entonces diseñado e incorporado a la plataforma electrónica es como sigue:

**Figura 7. Ejemplo de toma de datos por evaluador en Predio <sup>61</sup>**

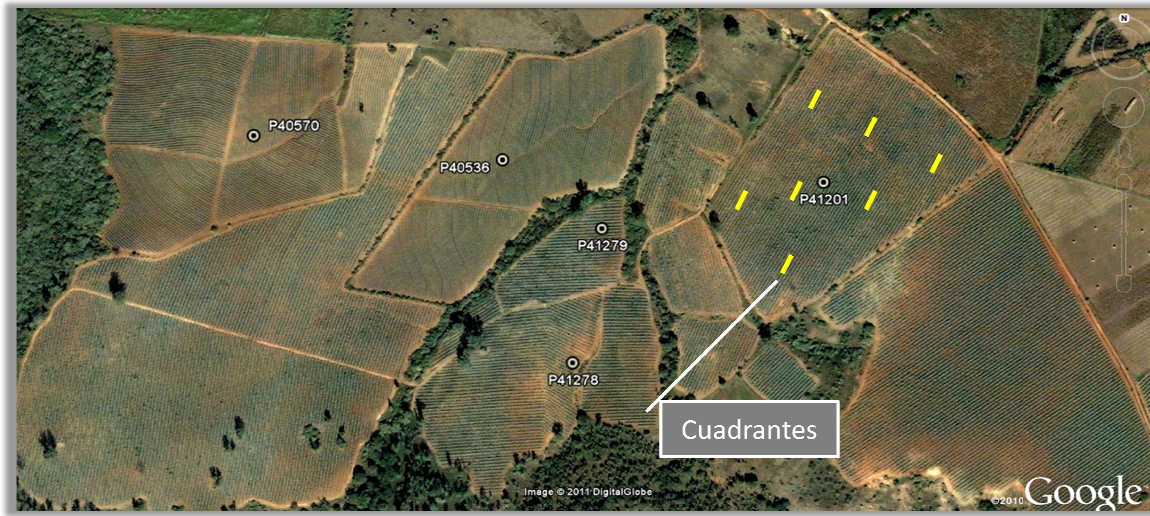
Se trató de aplicar la metodología del 5 de oros y en principio nos enfrentamos con algunos inconvenientes que hacen un tanto difícil la aplicación directa de la metodología, básicamente el problema que se presenta es la heterogeneidad de los Cultivos cuando se trata de predios con más de 4 años de edad, porque en el camino han sucedido eventos que han provocado que cada fracción o parcela contenga algunos huecos por cosecha o jima previa o por plantas que no lograron su desarrollo y han muerto.

<sup>61</sup> Imagen obtenida de manera interna.

Estas excepciones en la inspección física hacen que el personal que aplica la metodología solo quiera muestrear los espacios en donde se tienen plantas relativamente homogéneas y para ello usan su criterio. La metodología por obvias razones no incluye el tema de criterio porque eso reduce bastante la confiabilidad del modelo, recordar que se trata de una selección aleatoria sistemática y cambiar el elemento que se definió ya no permite tener a todos los elementos la misma oportunidad de ser elegidos para la muestra. Para este punto se está planeando un programa de capacitación para la gente que aplica la metodología, para las jefaturas a cargo del campo y para las gerencias responsables de los temas operativos del Agave, sobre todo con el objetivo de unificar en la medida de lo posible, los criterios técnicos descriptivos del Agave, en donde personal de Tequila pueda ir a ver plantas de Autlán y no existan diferencias de criterio a pesar de que existan diferencias importantes en términos de clima, rendimiento, desarrollo y edad de maduración, sin embargo las variables que indican el desarrollo, estado fitosanitario y existencia de plagas, son de término universal en los campos de Agave Tequila Weber variedad azul.

Un predio con características consideradas como normales refleja una distribución relativamente homogénea y lo utilizo de ejemplo para clarificar el Cómo seleccionar los puntos a muestrear, la imagen siguiente incluye uno de los predios muestreados con los puntos inicialmente sugeridos para revisión de los elementos, como veremos a nivel de imagen satelital no se observan irregularidades en su complejión, pero cuando el detalle indica que para efectos de Geo Referencia existen más de 1,500 puntos a considerar, la situación se vuelve totalmente demandante de una base de datos robusta, confiable y versátil.

**Figura 8. Imagen satelital de los predios a muestrear**<sup>62</sup>



La teoría indica que los puntos seleccionados deben estar distribuidos en la medida de lo posible de manera equitativa de acuerdo a la figura del predio, por ello la forma de la dispersión de los puntos en la imagen, observemos que existen algunas zonas en donde podemos encontrar más de un predio ubicados relativamente cerca uno de otro, situación que propongo se aproveche para no solo tener oportunidad de muestrear un predio, sino con una programación de visitas considerando agrupaciones por micro zonas puede aparecer la optimización y aprovechamiento de recursos por cuestión de tiempos y movimientos.

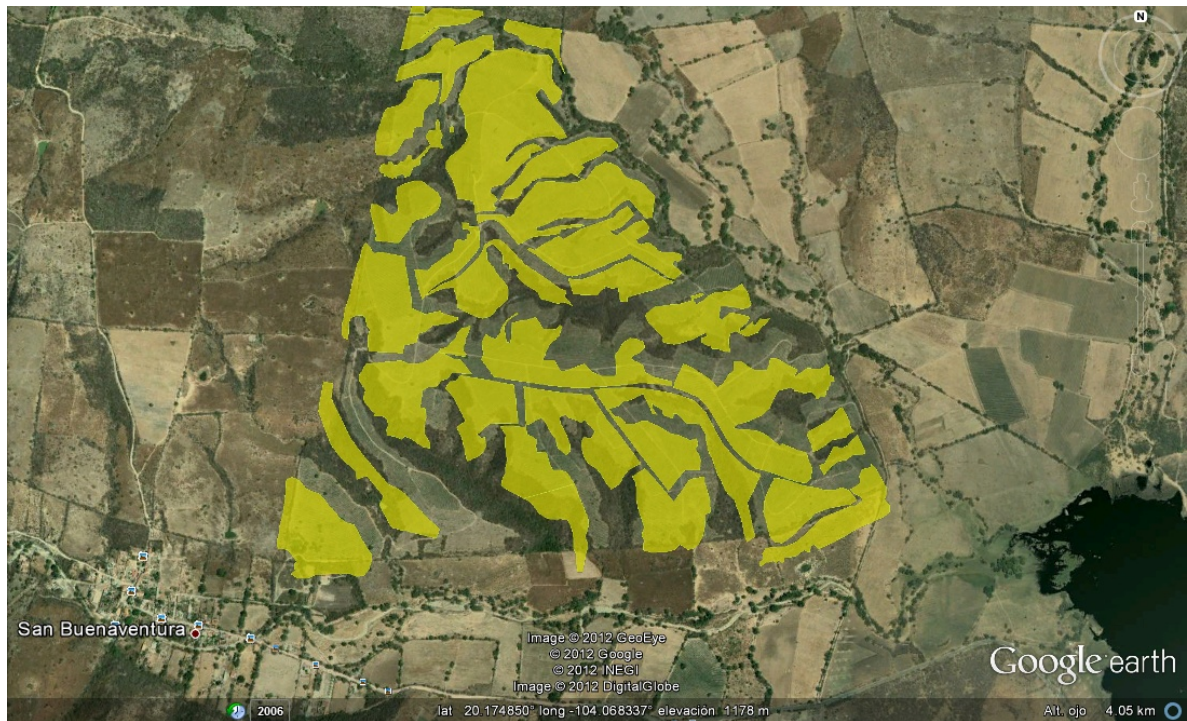
En las pruebas de selección de cuadrantes se presentó el problema de capacitación de la metodología, existe una alta resistencia a la aplicación de la propuesta de manera puntual.

<sup>62</sup> Imagen obtenida de google maps.

Sigue causando dudas significativas la razonabilidad del método cuando se presentan irregularidades en los puntos seleccionados originalmente y la gente tiene la gran tentación de cambiar la selección cuando en los puntos asignados aparecen plantas muertas, aparecen huecos o en lo general no aparecen plantas sanas y robustas. En este sentido y adicional al alcance de este trabajo, he pedido que se lleven a cabo reuniones de capacitación teórica y práctica en todas las zonas y por todo el personal, no solo de los encargados de hacer el muestreo, sino de todo aquel que deba y tenga contacto con el Agave porque cuando esto sea una rutina del día a día cualquiera puede aportar ideas para mejorar el proceso en lo general para que en lo particular sea más eficiente y más oportuno.

La siguiente imagen muestra de alguna manera lo complejo que es la Geo Referencia del predio por el número tan grande de puntos a considerar para su localización.

**Figura 9. Imagen muestreo Geo Referenciado**<sup>63</sup>



En esta imagen se aprecia ya con más claridad lo complejo que es ubicar con precisión el predio a muestrear, no olvidemos que se trata de un universo total de más de 3,000 predios dispersos en más de 20 mil hectáreas en la mayoría de los municipios de la zona de denominación de origen. Este tema hace que sea todavía más complejo el cambio cultural que tiene que hacerse en el personal especialista, a pesar de que es una realidad que hoy en día las revisiones de campo se hacen en teoría con presencia física, no se llevan registros puntuales de los hallazgos y lo más importante es que no se sigue una metodología formal en todos los casos, sino que cada grupo de trabajo utiliza los criterios individuales que creen mejores en la situación puntual que se presenta, es evidente que esto provoca incertidumbre respecto de la fiabilidad del resultado de un proceso en donde el ingrediente principal es el criterio de cada evaluador.

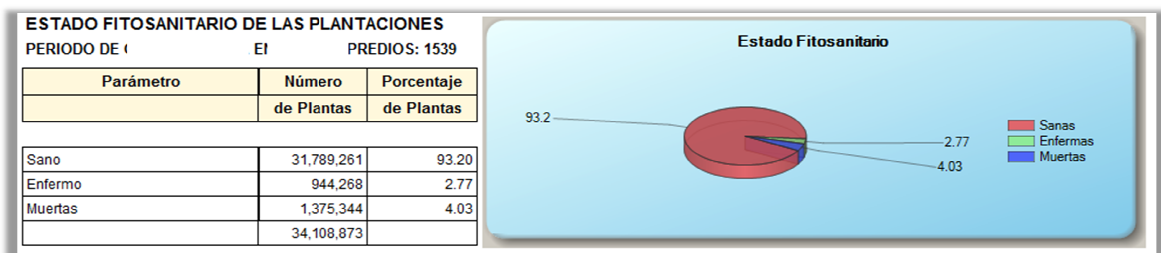
<sup>63</sup> Imagen obtenida interna de la Compañía.

### 5.3 RESULTADO DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Con la información obtenida nace la propuesta de presentarla en algunos reportes que agrupen todas las variables en términos de cómo la Compañía gestiona operativamente hablando, es decir, por capa o edad del predio en cuestión, por zona geográfica administrativamente hablando para que a partir de esto se posean datos duros esenciales para la gestión operativa, y si bien es cierto que el alcance de este trabajo no incluye la gestión como tal, es claro que el objetivo de la información que de aquí se genere es precisamente su uso, de nada sirve un reporte robusto, completo, versátil y hecho a la medida si lo que genera no es utilizado al 100%.

La propuesta para la gestión de la información es que con los primeros reportes que se elaboren el personal de operaciones los revise exhaustivamente para proponer en todo caso, sugerencias de mejoras al mismo o incluso propongan quitar, poner o mover columnas o renglones con base en las necesidades puntuales que se tengas y sobre todo que se requieran. El modelo de reporte que tenemos al día de lo muestro en la siguiente imagen y tendremos que utilizarlo una vez que la propuesta sea formalmente aceptada por la Compañía.

**Figura 10. Reporte de Indicadores Fitosanitarios del Agave**<sup>64</sup>



<sup>64</sup> Reporte interno propuesto por la Compañía.

Este reporte pretende indicar en términos globales la situación fitosanitaria del Agave, nos indica en lo general si la población se encuentra sana, enferma o si derivado de la aplicación de la metodología se identificaron plantas muertas. La propuesta es que de manera automática genere una gráfica pensando ya en las presentaciones ejecutivas en la revisión de resultados. Es importante mencionar que estos reportes, la gráfica y el resto de documentos se encuentran en proceso de evaluación, por lo que no me es posible dar un diagnóstico puntual del éxito o fracaso que se tiene en el estricto sentido del cumplimiento del objetivo planteado.

Derivado que la información se tiene a nivel detalle, otro de los propósitos es tener reportes que muestren también con más detalle el resumen ahora por zonas ya que la gestión operativa parte de una Dirección General, una Gerencia de Operaciones, y 6 Gerencias de Zona a cargo de las operaciones de cada localidad, localidades que por características de clima y tipo de suelo tienen rasgos diferentes, por lo que requieren información de datos originados de manera individual y no mezclados o por promedios. El reporte para este objetivo es como se muestra a continuación.

**Figura 11. Reporte de Indicadores Fitosanitarios del Agave por zona** <sup>65</sup>

ESTADO FITOSANITARIO DE LAS PLANTACIONES POR ZONA							
PERIODO DE		A l		PREDIOS: 1539			
Zona	Inventario	Plantas	Porcentaje	Plantas	Porcentaje	Plantas	Porcentaje
		Sanas	Sanas	Enfermas	Enfermas	Muertas	Muertas
ACATIC	273,932	142,463	52.01	83,490	30.48	47,979	17.51
ALTOS	3,277,070	2,654,950	81.02	320,679	9.79	301,441	9.20
AUTLAN	10,311,829	10,178,899	98.71	19,114	0.19	113,816	1.10
NAYARIT	602,904	598,780	99.32	0	0.00	4,124	0.68
SUR	10,122,227	9,368,392	92.55	153,637	1.52	600,198	5.93
TEQUILA	4,641,945	4,496,735	96.87	62,695	1.35	82,515	1.78
DON JULIO	4,878,966	4,349,042	89.14	304,653	6.24	225,271	4.62
	34,108,873	31,789,261	93.20	944,268	2.77	1,375,344	4.03

<sup>65</sup> Reporte interno propuesto por la Compañía.

Este reporte se propone sea utilizado para las reuniones de revisión de resultados a nivel Dirección de Agrícola junto con los responsables de cada una de las zonas operativas y si bien ya nos dice cual es el estado del inventario en términos generales y por zona, falta el detalle de cada predio para poder definir indicadores individuales e iniciar con esta información una nueva cultura de rendición de cuentas, en donde cada encargado de zona podrá saber cómo van sus plantaciones y sobre todo deberá partiendo de esto, dar explicaciones a las desviaciones que en su caso se encuentre y dará propuestas de solución al respecto.

Para el reporte detallado por predio, se sugiere incluir más datos que ayuden a la supervisión y seguimiento del día a día, en este sentido aparecerá información de grado de desarrollo, grado de madurez, estado fitosanitario y estado agronómico. Como he platicado en capítulos anteriores, debido a que el procedimiento dará una foto al momento de su aplicación, es necesario llevar a cabo el mismo con cierta frecuencia y periodicidad. Estamos poniéndonos de acuerdo todas las áreas involucradas en el proceso para definir la periodicidad de aplicación del procedimiento, ya que para efectos financieros lo ideal es hacerlo no más allá de cada mes, pero para operaciones no resulta práctico hacerlo antes de 4 meses. No obstante lo importante de este concepto de periodicidad, no forma parte del alcance de este trabajo ya que con independencia de la frecuencia de aplicación, el procedimiento no sufre cambio alguno, para efectos de controlar la planeación de visitas, el programa desarrollado contempla el registro de predios visitados, predios caducos en su visita y predios que no tienen visita, estos puntos serán medidas de control para el tema de rendición de cuentas y ejecución de los procesos. El reporte con el detalle de predio a predio será como se muestra a continuación.

**Figura 12. Reporte de Indicadores Fitosanitarios del Agave por Predio** <sup>66</sup>

Estado Fitosanitario por Predio:										
Codigo SAP	Nombre Predio	Fecha Visita	Fecha Inventario	Inventario	Estado Fitosanitario			Grado Desarrollo		
					Enfermas	Muertas	Sanas	Superior	Normal	Bajo
<b>Zona: 06 TEQUILA</b>										
Estatus Visita: Visitado										
C00895	CENTRO DE COMPOSTEO	12/6/2010		0	0	0	0	0	0	0
P01027	PARCELA 4 Z1 P1/1	11/28/2010	11/30/2010	21.319	0	0	21.319	0	21.319	0
P01051	ZAPOTE 7	11/7/2010	11/30/2010	11.883	234	0	0	0	0	0
P01083	LLANO DE LEANDRO o LEONARDO PRECIADO 1	12/6/2010	11/30/2010	53.101	10.820	0	0	0	21.319	0
P01081	LA CAMPANA 927	10/17/2010	11/30/2010	15.286	1.070	15	0	0	0	0
P01082	LA ZORRA 89	10/17/2010	11/30/2010	4.998	150	0	0	0	0	0
P01085	EL ZAPOTE 8	10/31/2010	11/30/2010	8.410	128	0	0	0	0	0
P01095	CBTA 109 PARCELA 107/0	10/17/2010	11/30/2010	44.542	8.908	88	0	0	0	0
P01096	PARCELA 2 Z1 P1/1 (PARCELA ESCOLAR)	11/28/2010	11/30/2010	21.156	0	0	0	0	0	0
P01099	AHUILOTES 434	10/17/2010	11/30/2010	10.324	413	6	0	21.319	0	0
P01103	AHUILOTES 888	10/17/2010	11/30/2010	14.359	718	10	0	11.883	0	11.218
P01104	FRACCION DEL LLANO DE LEONARDO PRECIADO 3	11/21/2010	11/30/2010	22.995	0	0	0	53.101	0	42.481
P01117	TODOS SANTOS	11/14/2010	11/30/2010	22.824	228	4	0	15.286	0	0
P01122	PARCELA 3 15 22 P0/0	11/28/2010	11/30/2010	29.943	0	0	0	4.998	0	0
P01124	ALGODÓN	12/6/2010	11/30/2010	15.830	317	3	0	6.410	0	6.410
P01131	BUENOS AIRES	12/6/2010	11/30/2010	69.081	1.382	34	0	28.725	17.817	4.454
P01132	TODOS SANTOS	11/14/2010	11/30/2010	23.315	233	4	0	21.156	0	0
P01135	LLANO DE LEONARDO PRECIADO	11/21/2010	11/30/2010	28.945	0	0	0	10.324	0	0
P01139	PARCELA 4 41 22 P4/4	11/28/2010	11/30/2010	4.378	656	8	0	14.359	0	0
P0114							0	22.995	0	0
P0114							11	0	22.824	0
P0114							22	0	29.943	0
								0	15.830	0
								0	07.659	1.382
								0	23.318	0
								0	28.945	0
								0	4.378	0
								0	7.449	0
								0	4.847	0
								0	7.072	0

Resumen Estado Fitosanitario por Zona: 1					
Estatus	Predios	Inventario	Estado Fitosanitario		
			Enfermas	Muertas	Sanas
Visitado	19	947.751	144.984	112.560	690.207
Visita Caduca	9	287.695	9.572	18.627	259.496
No Visitado	13	313.193	0	0	0
<b>Totales Zona ACATIC</b>	<b>41</b>	<b>1.548.639</b>	<b>154.556</b>	<b>131.187</b>	<b>949.703</b>

Zona: 01 ACATIC					
Estatus	Predios	Inventario	Enfermas	Muertas	Sanas
Visitado	19	947.751	144.984	112.560	690.207
Visita Caduca	9	287.695	9.572	18.627	259.496
No Visitado	13	313.193	0	0	0
<b>Totales Zona ACATIC</b>	<b>41</b>	<b>1.548.639</b>	<b>154.556</b>	<b>131.187</b>	<b>949.703</b>

<sup>66</sup> Reporte interno propuesto por la Compañía.

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Cuando se habla de gestión de negocios se pretende siempre establecer procedimientos puntuales sobre metodologías específicas dependiendo el área que se trate, normalmente el proceso debe ser que todo inicia con una adecuada planeación de cada proceso y de cada actividad, continua con la ejecución de las actividades planeadas una a una en los momentos y con las características planeadas y por último debe estar el control, es decir, el asegurarse que todas y cada una de las actividades que se llevan a cabo, están dando los resultados que se espera o que en caso contrario, se pueda entonces regresar a la planeación nuevamente y adecuarla a las circunstancias, volver a ejecutar con los cambios y volver a controlar y revisar lo sucedido.

Este modelo es elemental hacerlo pero requiere dentro de cada etapa de herramientas que ayuden a llevarlo a cabo de manera eficiente, ordenada, sistémica y sistemática. La metodología propuesta en este trabajo busca que con una adecuada planeación de las actividades de mantenimiento y conservación del agave se adopte y se utilice para generar información puntual del estado fitosanitario y agronómico de todos los campos de agave de la Compañía, partiendo del supuesto que son seres vivos que se enfrentan a las situaciones ambientales críticas como pueden ser heladas, inundaciones, calores excesivos, incendios, contaminación por predios abandonados, proliferación de plagas o incluso factores que aunque nos son ambientales, si causan daño al agave e impacto negativo en los resultados financieros de la Compañía, como son el robo, animales que entran a los cultivos y se comen el agave, y que la información generada ayude a crear, modificar o complementar el plan de gestión en el campo.

No haber tenido información oportuna en la Compañía y en la industria entre otras cosas provocó que se hayan tenido pérdidas importantes de agave cuando un tema de enfermedad que no ha sido resuelto pudo tener alternativas de solución como jima anticipada, utilización para otros productos, producción de tequila y almacenamiento, etc., por lo que estoy convencido que es indispensable, necesario y urgente implementar esta metodología en la Compañía como parte de las operaciones naturales del día a día. Posteriormente y una vez dominado en la Compañía se debe tener acercamiento con la industria organizada de la cadena agave – tequila para implementar esta metodología y tener datos precisos y oportunos del estado general del agave de la industria y evitar sorpresas como las plagas, extrema madurez, escases y sobre producción.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la propuesta de implementación, es recomendable que se hagan pruebas adicionales en todas las zonas agrícolas para evaluar cuales son las incongruencias encontradas de acuerdo al método planteado, y en el camino hacer las adecuaciones correspondientes. Adicionalmente debe incluirse un programa de capacitación general para todo el personal involucrado en la aplicación de esta metodología, considerando el objetivo, explicación y resultados esperados de su aplicación y uso, porque esa gente será la que proporcione la retroalimentación más valiosa al proceso.

Hasta el momento la Compañía no ha concluido la adopción al 100% de la metodología, sin embargo los objetivos de este trabajo me parece que son cubiertos y muestran con el resultado de pruebas, en donde sin este proceso claro de identificación de características extraordinarias del agave no se puede gestionar para hacer los cambios que correspondan, aplicaciones extraordinarias de agroquímicos, manejo

agronómico especializado, cosechar anticipadamente o por lo menos tener las previsiones y provisiones contables que a nivel financiero de la Compañía, reflejen el impacto económico que la situación pueda ocasionar.

Por otro lado con la implementación completa de la metodología la Compañía podrá tener información actualizada con la periodicidad de las revisiones ya que un tema del que no se habló en este trabajo pero es fundamental para las decisiones del negocio a nivel corporativo, es hacer planes a largo plazo, por lo menos a uno o dos ciclos agrícolas, lo que se siembre en 2013 se cosechará tentativamente a partir del 2020, entonces las bases para planear con lo que hoy se tiene, debe considerar la estimación más acertada en cuanto a existencia del Agave, con cuanto se cuenta realmente, cuáles son las condiciones agronómicas de las plantaciones, es decir, tentativamente cuantos kilos pueden conseguirse de cada predio y de que calidad, para con esa información y las proyecciones de crecimiento en ventas de Tequila, se decida en cada ciclo la cantidad de agave a plantar.

Por último y conforme avance el establecimiento de la metodología, saldrán áreas adicionales de oportunidad en temas de generación de información, tal es el caso de la necesidad que tiene la Compañía de saber la existencia y disponibilidad de semilla para las siembra, conocidos como hijuelos porque al no existir un mercado formal e internacional de esta semilla depende de los propios cultivos la suficiencia para plantaciones futuras o en todo caso, la falta del mismo, generará acciones de negocio encaminadas a conseguirlo con algún competidor, generar propagación micro o in vitro o evaluar cualquier alternativa razonable. Sin Agave Tequila Weber variedad Azul plantado en la zona de denominación de origen no es posible elaborar Tequila, sin hijuelos no es posible tener plantaciones de Agave.

# **BIBLIOGRAFIA**

*Agricultura de precisión* s.f. desde <http://site.ebrary.com/lib/biblioitesosp/docDetail.action?id=10165827>

*Cana-de-azucar.pdf*, s.f., desde <http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/cana-de-azucar.pdf>

*Cierre de la producción agrícola por cultivo*, s.f., desde [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=215](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=215)

CIMMYT, *Muestreo de campo*, desde <http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo> .

COMITÉ NACIONAL SISTEMA PRODUCTO AGAVE TEQUILANA, A.C., *Del Agave*, s.f., desde [http://cnspat.mx/?page\\_id=221](http://cnspat.mx/?page_id=221) .

*CRT*, s.f., desde <http://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

*Canazuc.pdf*», s.f., desde [http://www.campomexicano.gob.mx/portal\\_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Estacionalidades/Perennes/canazuc.pdf](http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Agricola/Estacionalidades/Perennes/canazuc.pdf)

*El agave tequilero una hortaliza ponencia.pdf*, s.f., desde <http://yacatzo.org/El%20agave%20tequilero%20una%20hortaliza%20ponencia.pdf> .

*Historia CRT, s.f., desde*  
[http://www.crt.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=94  
&Itemid=158&lang=es.](http://www.crt.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=94&Itemid=158&lang=es)

*La agricultura de Precisión Alternativa Optimizar, s.f., desde*  
[http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/charla\\_PCCMA/melon/documentos/P.68-74%20\(Emm%C3%A9n\)%20numer%20corr.pdf.](http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/charla_PCCMA/melon/documentos/P.68-74%20(Emm%C3%A9n)%20numer%20corr.pdf)

*Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales, s.f., desde*  
[http://www.fao.org/forestry/19992-0dd65f41c8e347098f2eaa8a829cbf6d4.pdf .](http://www.fao.org/forestry/19992-0dd65f41c8e347098f2eaa8a829cbf6d4.pdf)

*Muestreo de campo, s.f., desde*  
[http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo .](http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo)

*Muestreo de campo, información extendida, s.f., desde*  
[http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo/151?task=view .](http://wheatdoctor.cimmyt.org/index.php/es/muestreo-de-campo/151?task=view)

*NOM-006-SCFI-2005.pdf, s.f., desde*  
[http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-006-SCFI-2005.pdf .](http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-006-SCFI-2005.pdf)

*Pierden cultivos de agave en Ocotlan, s.f., desde*  
[http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsnba&AN=10A02EB2E3086E65□=es&site=eds-live&scope=cite.](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsnba&AN=10A02EB2E3086E65□=es&site=eds-live&scope=cite)

*Resumen nacional de la producción agrícola*, s.f., desde [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=207](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=207) .

RODRIGUEZ REBOLLAR, Hilda, *Trampeo del picudo del agave Scyphophorus acupunctatus Gyll. (Coleoptera: Curculionidae) con feromonas de agregación y volátiles del agave.*, 2011, obtenido el Tesis (Doctora en Ciencias, especialista en Entomología y Acarología).- Colegio de Postgraduados, 2011., desde <http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/488?show=full>

SAGARPA, SENASICA, *Ácaro rojo de las palmas*, s.f., desde <http://www.senasica.gob.mx/?id=4515> .

*Sistema de monitoreo de la cosecha de caña de azúcar*, s.f., desde <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/01/eea-manfredi-sistema-de-monitoreo-de-la-cosecha-de-cana-de-azucar-para-elaborar-mapas-de-rendimiento.pdf> .

*Viticultura de Precisión*, s.f., desde [http://content.ebscohost.com/pdf27\\_28/pdf/2012/BEZG/02Mar12/79907135.pdf?T=P&P=AN&K=79907135&S=R&D=eih&EbscoContent=dGJyMMvI7ESeqLM4xNvgOLCmr0uep7ZSsam4TbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGqtVC1q65MuePfgex43zx](http://content.ebscohost.com/pdf27_28/pdf/2012/BEZG/02Mar12/79907135.pdf?T=P&P=AN&K=79907135&S=R&D=eih&EbscoContent=dGJyMMvI7ESeqLM4xNvgOLCmr0uep7ZSsam4TbeWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGqtVC1q65MuePfgex43zx)

BARRERA, Jaime, *Avanza plaga en maguey*, en *Reforma (Ciudad de México, Distrito Federal, Mexico)*, 9 de mayo de 1996.

VELAZCO, Jorge, Aprieta Agave a los tequileros, en *Mural (Guadalajara, Jalisco, Mexico)*, 5 de junio de 2000.

LLAMAS NAVARRO, Jorge A, *La política del agave*, en 1999, s.f., 21.

BERENSON, Mark L., M. LEVINE, David, *Estadística Básica en Administración*, Pearson, s.f.

NARESH K. Malhotra, *Investigación de Mercados*, en *Investigación de Mercados*, 1,811, PEARSON,. 5ta Edicion., s.f.